ஆதீன வெளியீடு எண் 296.

உ

குருபாதம்

பரமாணுப் புராணம்

இது

திருக்கயிலாய பரம்பரைத் தருமபுர ஆதீனம்
இருபத்தைந்தாவது மகாசந்நிதானம்
ஸ்ரீ-ல-ஸ்ரீ சுப்பிரமணிய தேசிக ஞானசம்பந்த பரமாசாரிய
சுவாமிகளவர்கள்

ஆணையின்வண்ணம்

வெளிவருகிறது

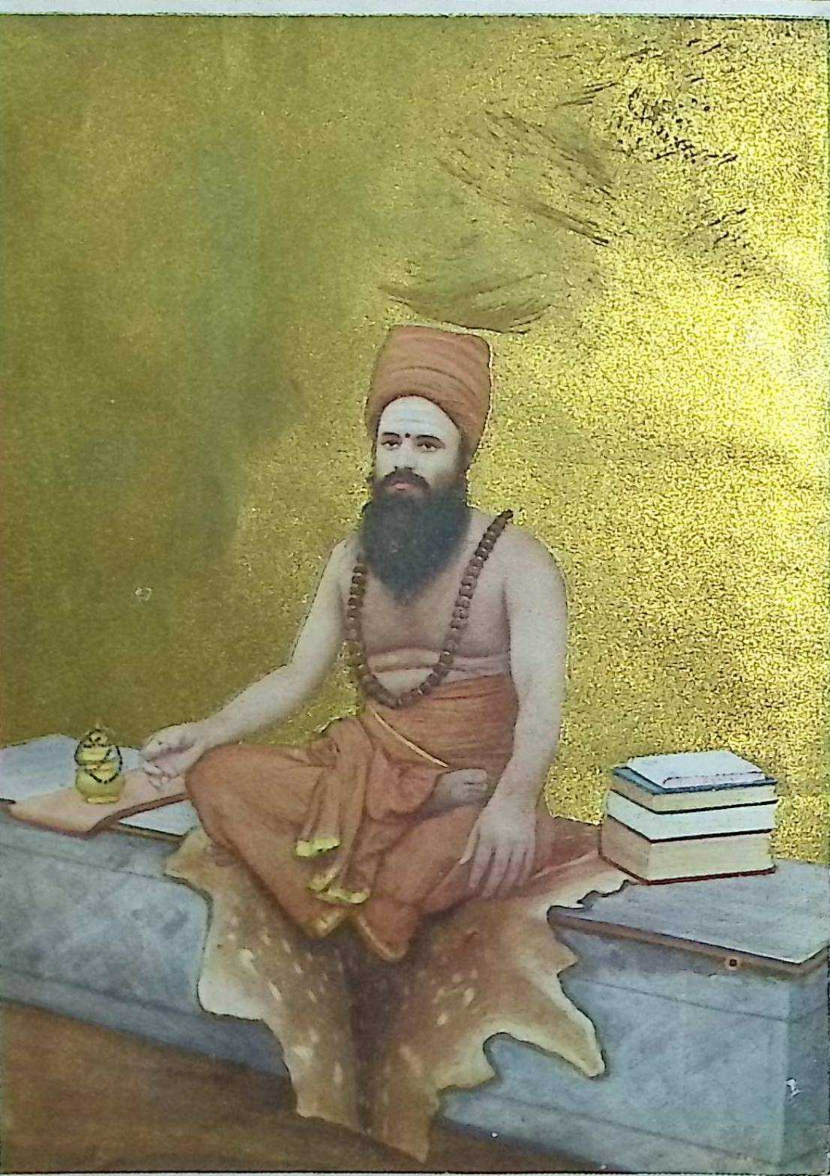


எழுதியவர்:

திரு. E. T. இராசேசுவரி அம்மையார் M.A., L.T.,

தருமபுர ஆதீனம்

1953.



தருமபுர ஆதீனம் 25-வது மகாசந்நிதானம்

ஸ்ரீ-ல-ஸ்ரீ சுப்பிரமணிய தேசிக ஞானசம்பந்த பரமாசாரிய சுவாமிகள்

உ

குருபாதம்

தருமபுர ஆதீனம்

ஆவணிமூலத் திருநாள் மலர்

விஜய௵ ஆவணி௴ 4உ

[20—8—1953]

பொருளடக்கம்

பதிப்புரை

இன்று எங்கும் விஞ்ஞானதாகம் விளங்குகிறது. அதனுல் மக்கள் சோதனைச்சாலைகளில் சென்று சாதனைகளால் உலகத்தை வியப்புறச் செய்கின்றனர். வியப்பு முற்றி வினையாகிறது; வினை இன்றுவரையில் அச்சத்தையும் அமைதியின்மையையுமே அளித்துவருகின்றது. இச்செயல் மாறி இன்பந்தரும் காலம் வரப்போகின்றது என்ற எதிர்நோக்கும் விஞ்ஞானிகளிடையே இருக்கிறது.

விட்ட இடமே தொட்ட இடம்:

இத்தகைய விஞ்ஞானம் கருவி கரணங்களால் அளக்கப்பட்டு எந்த இடத்தில் ஓய்வு அடைகிறதோ, அந்த இடத்தில் மெய்ஞ்ஞானம் தோன்றுகிறது. ஆகவே மெய்ஞ்ஞானப்படிப்பிற்கு விஞ்ஞான ஆராய்ச்சி பெரிதும் துணைசெய்கிறது என்பதனையும், விஞ்ஞான ஆராய்ச்சி மட்டும் மக்களுக்கு உறுதியைப்பயப்பது அல்ல என்பதனையும் இன்றைய அறிவுடை உலகம் ஆராய்ந்து முடிவுகண்டுள்ளது.

அணுவில் இறைவன்:

"அணுவிற்கு அணுவாகி" என்று அருள்நூல் அணுவைப்பற்றிப் பாராட்டுகிறது. ஆனுல் அணுவைப்

பற்றி உலகம் என்ன அறிந்துகொண்டிருக்கிறது? இல் நுழை கதிரின் துன் அணுவாகிய பரமாணுவரையில் புறக்கண்ணுற்கண்டு, புலக்கண்ணையும் கடந்து நிற்கும் கடவுள் நிலையை அதனோடு ஒப்பிட்டு ஆனந்தித்துக் கொண்டிருக்கிறது. விஞ்ஞானி அந்தப் பௌதிக அணு வின் ஆற்றல் அசைவுமுதலியவற்றை ஆராய்ந்து அறிந்து அறுதியிட்டிருக்கிறான். இந்த அறிவு அணுவுக்கணுவா யிருக்கும் ஆண்டவன் நிலையை உள்ளபடி அறிந்து கொள்வதற்கு ஓரளவு உபகாரமாகும். இதனைப் பல காலும் எண்ணி எண்ணி சைவப்பெருந் திருவாளராகிய E. T. இராஜேஸ்வரியம்மையார் அவர்கள், மெய்ஞ்ஞான உணர்ச்சிக்கு இந்த விஞ்ஞானம் பயன்படும்வகையில் இந்தப் பரமாணுப் புராணத்தை எழுதியிருக்கிறார்கள். எல்லார் உள்ளமும் ஈடுபடும் வகையில் நகைச்சுவை நடையில் ததும்புகின்றது. இதனை வெளியிட்டருள, செந்தமிழ் வள்ளலாகிய, தருமபுர ஆதீனம் இருபத் தைந்தாவது மகாசந்நிதானம் ஸ்ரீலஸ்ரீசுப்பிரமணியதேசிக ஞானசம்பந்த பரமாசாரிய சுவாமிகளவர்களை வேண்டிக் கொண்டார்கள். அங்ஙனமே ஸ்ரீலஸ்ரீ மகாசந்நிதானம் அவர்கள், ஆவணிமூலத் திருநாளன்று அறிஞரைப் பாராட்டும் முறையில் வழக்கம்போல இந்த ஆண்டும் இந்நூலை வெளியிட்டு, அம்மையாரவர்கட்கு விஞ்ஞானச் செல்வி என்ற பட்டம் பொறித்த பொற்பதக்கத்தையும் வழங்கி ஆசி அருளினார்கள்.

இந்நூலைப் பெற்றுப் படித்து உலகம் உய்யுமாக!

ஸ்ரீ சொக்கலிங்கப்பெருமான் திருவருள்.

உ

அணிந்துரை

Sri. Dr. K. S. KRISHNAN,

Director, The National Physical Laboratory, Delhi.

அநேக வருஷங்களுக்குமுன் தேசியத்துறைகளில் அரியபெரியதொண்டுகள் ஆற்றிவரும் பெரியாரொருவர், தமிழ் ஆங்கிலமொழிகளின் சுவடறிந்தவர், அவைகளின் நரம்புகள் தெரிந்தவர், விஞ்ஞானமும் பயின்றவர்* தமிழில் முடியுமா? என்று மகுடமிட்டு ஒரு பௌதிக நூலை வெளியிட்டார். நவீன பௌதிக ஆராய்ச்சிகளைப் பற்றி ஆங்கிலம்போன்ற மேனாட்டுமொழிகளிற்போலவே தமிழிலும் தெளிவாக எழுதமுடியும் என்று காட்டுவதே அந்நூலின் முக்கியநோக்கம். "அதுமுடியும்; சிறப்புடன் செய்யமுடியும்; அதில் சிறிதும் சந்தேகத்திற்கு இடமில்லை" என்பதே அந்நூலையும், அதேநோக்கங் கொண்டு பின்வெளிவந்த வேறுநூல்களையும் படித்தவர்களுடைய தீர்ந்தமுடிவு.

இப்பெரியார்கள் நட்ட பயிர் தழைத்து ஓங்கிக் கதிரிட்டுவருகிறது. நம் பாரதியார் கனவும் நிறைவேறி

* இன்றைய சென்னை, முதல் மந்திரி, திரு. ச. இராசகோபாலாச்சாரியார்.

வருகின்றது. இதற்கு ஸ்ரீ இராசேசுவரி அம்மையார் இயற்றிய பௌதிகநூல்களே சான்றாகும். தமிழில் முடியுமென்று காட்டுவதோடுகூட பௌதிகத்தில் அநேக துறைகளில் புதிதாக இறங்க நினைப்பவர்கள் இது கொண்டே இறங்கி நீந்துவதற்கும் சாதனமாக அமைந் தவை இவ்வம்மையாருடைய நூல்கள். இப்பொழுது வெளிவரும் **பரமாணுப் புராணம்** இதில் ஒன்று. விஞ்ஞானம் பயிலுவதோடுகூட புராணங்கேட்கும் இனிமையையும் இந்நூலிலருந்தலாம். இவ்வம்மையார் ஒரு வாக்குச் செல்வியுங்கூட. பால்குடித்து நோய் தீர்த்துக்கொள்வது வெறும் பழமொழியல்ல. உலக அநுபவமும் ஆம்.

இவ் *விபூதியும், அதனமைப்பும், அதன் போக்கு களுமெல்லாம் எம்பெருமானுடைய சத்ய சங்கல்பம் என்று துணிபவர்களுக்கு விஞ்ஞானத்துறைகளிலிழிந்து, விஞ்ஞான ஆராய்ச்சிகளையே உண்ணும் சோறும் தின்னும் வெற்றிலையுமாகக்கொண்டுவாழ்வதும் தெய்விக வழிபாடாக ஆகும். ஆகவே திருக்கயிலாய பரம்பரைத் தருமபுர ஆதீனச் செந்தமிழ் வள்ளலாம் அடிகளின் ஆதரவில் இந்நூல் வெளிவருவது மிகப்பொருந்தும்.

இம்மாதிரி நூல்கள் தழைத்து வளரவேண்டும், அன்பர்கள் படித்தோங்கவேண்டும் என்பது இச்சிறுவ னுடைய பிரார்த்தனை.

---

* ஆண்டவன் திருவிளையாடலுக்கு இடமான உலகம் அவன் செல்வம்.

முன்னுரை

அன்று அணுக்கொள்கை அருகர்கண்ட கொள்கை யாதலின் பழைய இந்தியக் கொள்கையேயாம். இன்று அணுக்குண்டு புதிய உலகக் கொள்கையாம். கொல்லா மைக்கு ஒரு கோட்டையாக இருந்தது இன்று கொலைக்கு ஒரு விமானமாய்ப் பறப்பது காலக்கொடுமையே. கொள் கையின் கேடு அன்று இது; கொள்கை வளர்ந்த இடத் துக் கோளாறு. உரிமைபெற்ற இந்தியா பழைய அணுக் கொள்கையினைக் கொல்லாமை வழியே வளர்த்து உலகினை வாழவைத்தல்கூடும்.

நல்லதுசெய்யவேண்டுமானாலும் அறிவு விளக்கம் வேண்டும். குழந்தைகளும் அணுக்குண்டு எனப் பேசும் போது அணுவினைப்பற்றி மேல்வாரியாகவேனும் அறிய வேண்டாவா. ஆனால் புதிய கருத்துக்கள் என்ற மருட்சி உண்டு. இது வெருட்சியாகவும் மாறலாம். கலைச்சொல் லின் கடுமையும் உண்டு. தர்க்கமெல்லாம் இன்று கணக்கே என்ற கலக்கமும் உண்டு. பழகப்பழக இந்தக் கோணல்கள் தேய்ந்து ஒழியும். இன்ப அறிவே என்றும் ஒளிரும். கூடியவரையில் தெளிவாகவே இந்த வரலாறு தோன்றும். புதுமை கண்டு தடுமாறாது வியந்து கண்டு பழகிவிட்டால் எல்லாம் எளிதாகும். அணுவினைப்பற்றி

இன்று நாம் அறிந்துள்ளதனை இந்நூலில் முதற்பகுதி விளக்குகிறது. மனிதன் படிப்படியாக அணுவின் இயலினை அறிந்துவந்ததனை இரண்டாம் பகுதி தெளிவாக்குகிறது. விஞ்ஞானக் கொள்கையை மக்கள் வளர்ச்சியோடு பொருத்திக் காணும்போது, ஒரு புதிய சுவை தோன்றுகிறது. விஞ்ஞானிகளும் முனிவர்களேயாம். ஆதலின் தன்னலமற்ற தவமுடையோராம் முனிவர் பெருமக்கள், அணு ஆராய்ச்சியைவளர்த்த பெருமை, அறிவு மலையாய் அண்ணுமலையாய் ஓங்கி வளர்கின்றது. சாவுக்கு அன்றி வாழ்வுக்கே அது வழிகாட்டிநிற்கின்ற நுட்பம் அப்போதுவிளங்கும். இந்தக்கண்கொண்டு விஞ்ஞானம் கற்றுல் புதிய உலகம் தோன்றுவது எளிதாம்.

இங்கு உள்ளனவற்றில் கடுமையாகச் சில பகுதிகள் தோன்றினுலும் அவற்றினை அடிக்குறிப்பு என விட்டு விட்டு மேலே படித்துப்போகக்கூடிய நிலையில் இக் கட்டுரை அமைந்துள்ளது. சொல்லுவது அத்தனையையும் படங்கள்கொண்டு விளக்குவதே சிறந்தமுறையாம். முழுதும் அந்த முறையைப் பின்பற்ற முடியாமைக்கு வருந்தாமல் இருக்கமுடியவில்லை. சென்னைப் பல்கலைக் கழக ஆதரவில் வெளியான கலைச்சொற்களையே இங்குப் பெரிதும் காணலாம். 1, 2 முதலிய எண்கள் உலகப் பொது உடைமை ஆனதுபோல, அடிப்பொருள்களின் (Elements) பெயரும், உலகப்பொதுப்பெயர்கள் ஆதலின் அவற்றினை மொழிபெயர்க்க மனம் துணியவில்லை. அவ்வாறே குறியீடுகளையும் உலகம் முழுவதும் வழங்குவதுபோலவே இங்கு இருக்கக்காணலாம். எலெக்ட்ரான்

(Electron) முதலியவற்றை **மின்னி** என ஓர் இனமாக்கி அடைப்படையான சிற்றளவில் உள்ள வற்றை **எதிர்மின்னி** (Electron), **நேர்மின்னி** (Poslion) என்றும், கூடி எழுந்து இயலுமெனக் கொள்ளத்தக்கனவற்றை **நேர்இயல்மின்னி** (Proton) **எதிர்இயல்மின்னி** (Meson) **பொதுஇயல்மின்னி** (Neution) என்றும் வழங்குவது பொருத்தம் எனத் தோன்றியது. ஆங்கிலத்தில் ஒரே முடிவுபெற்ற **ட்யூடரான்,** (Deutron) **சைகிலோடிரான்** (Cyclotron) என்பனவற்றையும் **இருநி** (இரு + ந் + இ) **சுழலினி** (சுழல் + இன் + இ) என ஒரே விகுதி பெற்று முடியுமாறு அமைப்பதும் கொள்ளத்தக்கதே யாம். இங்கும் உலகம் வழங்கும் பொதுப்பெயர்களைக் கையாளுவதே விரும்பத்தக்கதாம்.

அவ்வப்போது நிகழ்த்திய சொற்பொழிவுகளின் குறிப்புகள் கிடைத்தனவற்றை ஒரு கோவை செய்து எழுதி முடித்ததாகும் இந்தக்கட்டுரை. இதனை எழுது வதற்கு உத்தரவு அளித்த கல்வித்துறைத் தலைவருக்கு இந்தக் கட்டுரையாளரின் நன்றி என்றும் உரியதாகுக.

கலைஞானம், சிவஞானம் என இரண்டாக வேறு பிரித்தாலும் முடிவில் எல்லாம் ஒன்றேயாம். சிவ பெருமான் உடனாய்நிற்கின்ற நிலையில் தோன்றுகின்ற உலகத் திருவிளையாடலின் ஒரு பகுதியையே அணு ஆராய்ச்சி விளக்குகின்றது. அணு அணுவாகாது மாயைச் சக்தியாக விளங்குவது இன்று புலனாகிறது.

எனவே சைவம்தழைக்கிறது என்று கூறலாம்; ஆதலின் சைவத் தமிழ்ப் பெருநிலையமாம் தருமபுர ஆதீனம் இதனை வெளியிட முற்பட்டது தகுதியேயாம்; என்பேறு மாம். இந்தநூலினை வெளியிட்டு விஞ்ஞானச்செல்வி என்ற பட்டமும் தந்து வாழ்த்திய தருமை ஆதீனத் தலைவராம் மகாசந்நிதானம் ஸ்ரீலஸ்ரீ சுப்பிரமணிய தேசிக ஞானசம்பந்த பரமாசாரிய சுவாமிகளின் திருவருளை வாழ்த்துவதன்றி யாதுசெய்யவல்லேன்.

இதனைப் பத்துநாளில் அச்சிட்டுத் தந்துதவிய ஞானசம்பந்த அச்சகத்திற்கும் வித்துவான், திரு. ச. தண்டபாணி தேசிகருக்கும் என் நன்றி பெரிதும் உரியதாகும். இதற்கு வேண்டிய படங்களை நியூடன் கம்பெனியார்வழியே அமைத்துத்தந்த சென்னைத்தமிழ்ச் சங்கத்திற்கும் கடமைப்பட்டுள்ளேன்.

இன்று தேசிய பௌதிக ஆராய்ச்சி நிலையத்தின் தலைவராய் வீற்றிருப்பவர் ஒரு தமிழர். திரு. டாக்டர், K. S. கிருஷ்ணன். அவர்கள் பலமுறை ஊக்கியதன் பயனாகவே விஞ்ஞான நூல்களை எழுத எனக்குத் துணிவு பிறந்தது. அவர்கள் இந்த நூலுக்கு ஓர் அணிந்துரை தந்தது அவருடைய அன்பினைக் காட்டுகின்றதே அன்றி என் தகுதியைக் காட்டுவது அன்று. அவருக்கு என்றும் கடப்பாடுடையேன்.

வில்லிங்டன் பெருமாட்டி
ஆசிரியக்கல்லூரி
சென்னை, 20—8—53.

இங்ஙனம்,
ஈ. த. இராசேசுவரி.

1. அணு எந்திரம்

பொழுது விடிகிறது

1945-ஆம் ஆண்டு ஆகஸ்டு மாதம் 6-ஆம் நாள் "ஜர்மனி பணிந்தும் ஜப்பான் பணியவில்லையே" என்ற ஏக்கத்தோடு பொழுது விடிகிறது. "இன்னும் எத்தனை நாள் வயிற்றைக்கட்டி வாழ்வது?" என்கிறாள் தாய். "ஜப்பான் பொம்மை எப்பொழுது அம்மா வாங்கித் தருவாய்?" என்று கேட்கிறான் மகன். "சண்டைக்குப் போயிருக்கும் அண்ணன் வாங்கிவருவான்" என்கிறாள் அக்காள். இவற்றை எல்லாம் கேட்டு மனம் நொந்து பெருமூச்சுவிடுகிறான் தந்தை. இத்தகைய பேச்சு, உலகம் முழுவதும் நடக்கிறது. ஆனால் பொழுது விடிந்துவிட்டது. அப்பொழுது தெரியவில்லை.

ஒருபுரம் எரித்த இவன்

ஆகாயவிமானம் ஒன்று பறக்கிறது. உலகத்தின் நம்பிக்கையே அதன் உருவம். விமானஓட்டி வீறுப்புடன் வீற்றிருக்கிறார். "ஏதோ ஒன்று நிகழப்போகிறது" என்று அவர் உள்ளம் துடிக்கிறது. உலக சமாதானத்தையே தம் உயிரோடு கையில் இறுகப் பிடித்துப்போவது

போல ஓர் இறுமாப்பு; "ஏமாற்றமாய்ப் போனதே" என்ற ஏக்கம். "என்ன இது எல்லாம்?" என்று அவர் மனம் கேட்கின்றது. "ஒன்றனையும் காணமுடியாதே!" என்று நெஞ்சம் வாடுகிறது. முன்னேற்பாட்டின்படி ஒரு நகரம் தோன்றியதும், அழுத்துகிறார் குமிழி ஒன்றனை. ஏதோ இரண்டு துண்டுகள் ஒன்றுசேர்க்கப்பெற்று விமானத்திலிருந்து நழுவி விழுகின்றன. இதற்குள் பல பல மைல் தொலைவு விமானம் விரைந்து பறந்துசென்று விடுகிறது. கொடிய கோடைக்காலத்து நடுப்பகல் வெய்யிலில் கணகண என எரியும் கதிரவன் போன்ற ஒளி மட்டுமே மின்னல்வெட்டுப் போலப் பளிச்செனப் பின்னிருந்து எழுந்து, முன்னே கண்களைக் கூசி மூடச்செய்கிறது. ஒரு பெரிய ஒளி எதிரொளி. விமானம் நில்லாமல் ஓடுகிறது. முப்புரம் எரித்த சிவனார்போல ஒருபுரம் எரித்த இவராகத் தாம் விளங்குவதனை விமான ஓட்டி எப்படி அறிவார்?

அணுக்குண்டு

திரும்பிப்போய்த் தம் பாசறையிற் புகுந்து, உண்டு மகிழ்கின்றார். பறக்கும்போதே விமானம், அனைத்தினையும் படமெடுத்து வந்தது. அதனை உருத்திருத்தி அனைவரும் ஆவலுடன் பார்க்கின்றனர். எல்லோரும் பேஷ்! பேஷ்! எனத் தட்டிக்கொடுத்துக் கைகுலுக்கி அவரைப் பாராட்டுகின்றனர். ஒவ்வொருவர் முகத்திலும் என்ன ஒளி! பெருஞ்சுமையை இறக்கிவைத்ததுபோன்ற மகிழ்ச்சி! "அணுக்குண்டு அணுக்குண்டு" என்று இன்றுவரை மூடுமந்திரமாய்ப் பேசிவந்ததனைப் பகைவரிடையே எறிந்து பெருமை பெற்றவர் இவரே. "இந்த விமான ஓட்டி மனித வர்க்கம் உள்ளவரை சாகாமல் வாழ்வார் அல்லவா? இவர்

புகழ் பல்லாண்டு உலகில் நிலைத்திருக்கும் அல்லவா?'' என்றெல்லாம் நினைக்கின்றார்கள் இவரது நண்பர்கள். எண்ணியபடி எல்லாவற்றையும் தீக்கு இரையாக்கி எரித்தது இவர் வீசிய அணுக்குண்டு. ஒரு நடுக்கம் – ஒரு குமுறல் மகிழ்ச்சியிடையே அந்தப் படை வீரர்களிடம் தோன்றுகிறது. அமெரிக்கத் தலைவர் அணுக்குண்டு வீசியதை அறிவிக்கிறார்.

ஹீரோ ஷீமா

வானொலிப்பெட்டி வழியே குரல் ஒன்று கேட்கிறது. ஜப்பானியர் ஒருவர் பேசும் பேச்சு அது. ''ஹீரோ ஷீமா'' என்கின்றார். அதுதான் அணுக்குண்டினை வரவேற்ற ஜப்பானிய நகரம். ''ஹீரோ ஷீமா அணுக்குண்டால் அழிந்தது'' என்று பேசுகிறார். எமனைக்கண்டு உள்ளம் அழிந்து, இறைக்க இறைக்க ஓடிவந்தவர்போல, உயிர் நடுங்கி, உள்ளம் நடுங்கி, உடல் நடுங்கி, குரல் நடுங்கிப் பேசுவது பேச்சிலேயே தெரிகிறது. ''ஐயோ! என்ன அழிவு! என்ன அழிவு!! உயிருள்ள எல்லாப் பொருளும் நெருப்பில் முறுகிக் கருகி வெந்து ஒழிந்தன; வீட்டின் வெளியே இருந்தவர்கள் உடனே எழுந்த தீயினுக்கு, கண் இமைப்பதன் முன்னரே இரையாகி மாயமாய் மறைந்தார்கள்; எப்படி இறந்தனர்? என்பதுகூட விளங்கவில்லை; எத்தனைபேர் மாண்டனர் என எண்ணுவது எங்கே? எலும்பின் சாம்பல்கூட இல்லாமல் ஆவியாகப் போய்விட்டது; சாம்பலாகாது கிடந்தவர்கள் ஆண் பெண் என்றுகூடச் சொல்லமுடியாதபடி சிதைந்துகிடந்தார்கள்; இந்தப் பேரழிவை எடுத்துரைக்கச் சொற்கள் இல்லை; மனத்துக்கும் எட்டவில்லை; பெரிய பெரிய கட்டிடங்கள்—எரிமலையும் அசைக்கமுடியாத மலைபோல் எழுந்தவை—

இன்று இருந்த இடம் தெரியாமல் ஆவியாய்க் காற்றில் கலந்தன.

மாயவித்தை

"கனவிலும் காணாத மாயவித்தையாக இருக்கிறது. எவ்வளவு பெருஞ்சூடு! எல்லாவற்றையும் உருக்கி ஆவியாக்கும் பெருஞ்சூடு! சூரியன் வயிற்றிலும் நட்சத்திரங்களிலும் இப்படிப் பொருள்கள் பெருஞ்சூட்டில் ஆவியாய்க் கிடக்கும் என்பார்கள். அப்படித்தான் இந்த மண் உலகத்திலேயே ஹீரோஷீமா சூரியன் வயிருக மாறியது. நூறுகோடி சூரியர் எதிர்வந்ததுபோன்ற பேரொளி—நினைக்கவும் முடியாத நெருக்கடி—காற்றின் அமுக்கம்—இறுக்கம்—உலகமே தலைமீது விழுவதுபோன்ற காற்றின் தாக்குதல்—இதில் அனைத்தும் தூள்பறந்தது" என்று கதறிக் கூவி அலறுகின்ருர்.

* * * *

நாகாஸ்கி

மூன்றுநாட்கள் கழிகின்றன. "நாகாஸ்கி" என்ற நகரமும் புதியதோர் அணுக்குண்டினுல் அழிவுண்கிறது. இலங்கையை அனுமார் இட்ட தீ அழித்தது என்று கம்பர் பாடுவதனையெல்லாம் இங்குக் கண்டிருக்கலாம். நகரம் படுகாடாகிறது; உருத்தெரியாத வெட்டவெளியாக மாறுகிறது. தண்ணீர்கொதிப்பது 212° Fசுழியில். இங்கு எழுந்த சூடோ எத்தனையோ ஆயிரஞ்சுழி. காட்டுத் தீ போல இது எங்கும் சுற்றியடிக்கிறது. மின்சார சக்தி வீசுகிற வீச்சில் பலபேர் மடிகின்றனர். பலபல காணு ஒளிகள் அலை அலையாக வீசுகின்றன. வெளியே, அழிவோ

மாறுபாடோ ஒன்றும் தெரியாமலே — உள்ளுக்குள்ளே பல உறுப்புக்கள் மக்கள் அறியாமலே சிதைந்து ஒழிகின்றன. என்ன என்ன மாறுதல்! இதற்கு மருந்தும் இல்லை; மந்திரமும் இல்லை. தலைமுறை தலைமுறையாகப் பல தலைமுறைகளுக்கு உடலமைப்பில் சிற்சில மாறுதல்கள் இதுகாரணமாக எழும் எனப் பல விஞ்ஞானிகள் அஞ்சு கின்றனர். திடீர் எனப் பல திசைகளையும் முட்டித் தாக்கும் மிகப் பெரிய சண்டமாருதம் பொருள்களை இறுக்கி நொறுக்குகிறது; தீயாகத் தேய்க்கிறது; காற் றோடு காற்றாய் மேலே கிளம்புகிறது. எல்லாம் பெரு மௌனத்தின் இடையேதான்!

கொண்டாட்டம்

இந்தக் கோர உருத்திர தாண்டவத்திற்குப் பிறகு ஜப்பான் உடனே அடிபணிகிறது. உலகப்போர் அமைதி யாக மாறுகிறது. உலகு எல்லாம் வெற்றி — வெற்றிக் கொண்டாட்டத்தில் கூத்தாடுகிறது.

* * * *

கட்டுக்கதையா?

இவை எல்லாம் இப்போது கேட்டாலும் கட்டுக்கதை போலத் தோன்றவில்லையா? "கனவில் கேட்கிறோமா?" என்ற அச்சமும் நமக்குச் சில சமயங்களில் எழவில்லையா? இருந்தாலும் இது முற்றிலும் உண்மை உண்மை என உலகம் முழுதும் இன்று அறியும். குழந்தைகளும் "அணுக்குண்டு, அணுக்குண்டு" என்று பேசுகிறார்கள். ஒன்றும் அறியாப் பாமரமக்களும் அணுக்குண்டினைப் பற்றிப் பேசவில்லையா? இது என்ன பேயா? பூதமா?

மந்திரமா? தந்திரமா? இது மேற்கூறிய ஒன்றும் அல்ல. பலநாள் பல அறிஞர் இடைவிடாது ஆராய்ந்து கண்ட உண்மை. "அணுவின் அளவு என்ன? அதன் எடை என்ன? இவ்வளவு எடைக்கு எவ்வளவு ஆற்றல்? இந்த ஆற்றலை வெளியே கிளப்புவது எப்படி?" என்று இம்மி விடாது கணக்கிட்டே போரை ஒழித்தனர்; எல்லாவற்றையும் செய்துபார்த்தே முடிவுகட்டினர். எனவே நாம் ஒவ்வொருவரும் "இவ்வாறு கணக்கிட்டுப்பார்த்து அறியக் கூடிய உண்மையே அணுக்குண்டின் தத்துவம். "கோர உருத்திர சர்வ சம்ஹார நடனத்திற்குத்" தமிழில் "கொடுகொட்டிக் கூத்து" என்றுபெயர். இந்தக் கூத்தையும் விஞ்ஞானிகள் அறையில் ஆடிப்பார்த்தே பின் அம்பலத்தில் ஆடவைத்தனர்.

சர்வசம்ஹார ஒத்திகை

எங்கே? எப்பொழுது? ஹிரோஷீமா அழிவதற்குச் சிலநாட்களுக்கு முன்புதான். 1945-ஆம் வருஷம் ஜுலை மாதம் 16-ஆம் தேதி அன்றுதான் அணுக்குண்டின் அழிவுக்கூத்து வெளியாகிறது. மெக்சிகோ (*Mexico*) என்பது அமெரிக்காவிலுள்ள ஒரு நாடு. அதற்குள்ளே உள்ள ஓர் பாலைவனத்தில்தான் இந்தச் சர்வ சம்ஹார நடனத்தின் ஒத்திகை நடந்தது. அங்கே எஃகினால்செய்த பெரிய வட்டக்கோபுரம் ஒன்றினை அமைத்தனர். அந்த வட்டக் கோபுரத்தின் குறுக்களவு $6\frac{1}{2}$ பர்லாங் (*Furlong.*) அதாவது முக்கால்மைலுக்குமேலாம். பல டன் எடையுள்ளது. இந்தக் கோபுரத்தினின்றும் 15 மைல் தொலைவில் பல இடங்களில் அறைகள் கட்டி அங்கே சில விஞ்ஞானிகளையும், அவர்களுடன் சில கருவிகளையும் வைத்தனர். அணுக்குண்டு ஒன்றினை இந்தக்கோபுரத்தின்

மீது விமானத்தின்மூலமாக எறியவேண்டும். அச்சமயத்தில் அங்கு நிகழ்வதை 15 மைலுக்கு அப்பாலுள்ள விஞ்ஞானிகள் கருவிகள்மூலமும், தனது கரணங்கள் மூலமுமாகக் குறிப்பு எடுக்கவேண்டும் என்பதுதான் திட்டம். இந்த விஞ்ஞானிகளுக்குச் சில குறிப்புகளைக் கவனிக்கும்படி கட்டளையிட்டனர். முதலாவதாக அணுக்குண்டு வீசும் நேரம் இவர்களுக்குத் தெரியுமாகையால் இவர்கள் அந்தநேரத்திற்குச் சிலநிமிஷங்கள் முன்னதாகவே குப்புறப் படுத்துக்கிடக்கவேண்டும். கருவிகள் தாமாகவே நிகழ்வனவற்றைப் பதிவுசெய்துகொள்ளும். ஆகையால் அவைகளை அப்படியே விட்டுவிட்டு இவர்கள் நிகழ்வதைக் குறித்துக்கொள்ளவேண்டும். இதுவே இவர்களுக்கு இட்ட கட்டளை. பலர் சொன்னபடியேசெய்தனர். இவர்களில் சிலர் குழவிமனம் படைத்தவர்கள். "15மைல் தொலைவில் என்ன நிகழ்ந்துவிடும்?" என்று நினைத்துக் குப்புறக்கிடவாமல் உட்கார்ந்திருந்தனர். குறித்தநேரத்தில் ஒரு சக்தி இவர்களைக் கீழேதள்ளியது. இவர்கள் யாவரையும்விட ஒழுங்குமுறையை நன்கு அறிந்த விஞ்ஞானக் கருவிகள், நடந்த அனைத்தினையும் பதிவுசெய்துகொண்டே சென்றன. அணுக்குண்டு வீழ்ந்தபின் சென்று "கோபுரம் என்னநிலையில் இருக்கின்றது?" என்று பார்த்தபோது, எஃகுக் கோபுரம் காற்றாய்ப் பறந்துபோய்விட்டிருக்கக் கண்டனர். மணல் உருகிக் கண்ணாடிபோலத் தோன்றிற்று. "ஒரு சில நாளில் ஜப்பான் நகரங்கள் அணுக்குண்டின் எதிர் என்ன என்ன வகையால் அலைக்கழிந்து ஒழியும்?" என்பதெல்லாம் மெக்சிகோவிலேயே தெளிவாக விளங்கிவிட்டது. "உலகின் தலையெழுத்தினை அணுக்குண்டு கொண்டுதான் இனி எழுதவேண்டும்" என்பது விளங்கிவிட்டது.

அணு சிரிக்கிறது

"அணு என்பது வெறுங்கொள்கையே அன்றி உள் பொருள் அன்று" என்று இந்த இருபதாம் நூற்றாண்டிலும் மாக்ஸ் (*Macks*) போன்றார் முன்னேபேசிவந்தனர். இன்றோ இப்படிப்பேசுவோர்களைப் பார்த்து, "நாகாஸ்கி அழிந்தது வெறுங்கொள்கையா?" என்று அணுகேட்டுச் சிரிக்கின்றது. குழந்தைகளும் "அணுக்குண்டிற்கு அஞ்சி நடுநடுங்கி—ஒருதேசத்தவர் மற்றொரு தேசத்தவரை நம்பாமல்—உலகம் இன்று தவிக்கின்ற தவிப்பு—வெறும் மாயத்தினைக்கண்டா?" என்று கேட்டு ஏளனம் செய்கின்றார்கள். குழவிகளும் பேசும் பேச்சாக அன்றோ இன்று அணு விளங்குகிறது?

உந்தீபற

"ஓர் அணு என்னசெய்கிறது?" என்று நடுநடுங்கி வாயைப் பிளக்கின்றது உலகம். "கேட்டாயோ தோழி! கிறிசெய்தவாறு ஒருவன், காட்டாதன எல்லாம் காட்டிக் கேளாதன எல்லாம் கேட்பித்து" என்ற பாடலை இங்கும் பாடலாம். கற்பகாலம் எல்லாம் வருந்திச் செய்ய வேண்டிய அழிவினையும் ஆக்கத்தினையும் இமைப்பொழுதினிலேயே அணுச்சக்தி செய்துமுடிக்கின்றது. அணுக்குண்டு என்பதனைக் கேளாதவர் யார்? அணுவினைக் கண்டவர் யார்? "கேட்டறியோம் நினைக் கண்டறிவாரை" என்று அணுவினுக்கும் பள்ளி எழுச்சி பாடலாம். "மிகமிகச் சிறிய அணு என்னசெய்ய முடியும்?" என்று கேட்பவர் இல்லை. திரிபுர சம்ஹார காலத்தில் எல்லா ஆயுதங்களும் தயாராக இருந்தும் சிவபெருமான் ஒன்றனையும் வீசி எறியாமல் இருந்தவிடத்தில் இருந்தபடியே சிரித்தாராம்; முப்புரம் அழிந்தனவாம்.

அணுக்குண்டும் இவ்வாறே யுத்தத்திற்குச் சாதாரண மாக வேண்டிய வெடிகுண்டுகளையும், விமானங்களையும், கப்பல்களையும், இன்னும் பிற ஆயுதங்களையும் தொலைவில் விட்டொழித்து, ஜப்பானிய நகரங்களைக் கண்டு ஒன்றும் தெரியாதபடி சிரித்து, அட்டகாசம்செய்து, பளபள எனப் பல்லைக்காட்டி, அந்தப் பேரொளியின் வீச்சிலேயே அழித்து ஒழிக்கவில்லையா?

"வளைந்தது வில்லு விளைந்தது பூசல்
உளைந்தன முப்புரம் உந்தீபற!
ஒருங்குடன் வெந்தவாறு உந்தீபற."

"ஈரம்பு கண்டிலம் ஏகம்பர் தங்கையில்
ஓரம்பே முப்புரம் உந்தீபற!
ஒன்றும் பெருமிகை உந்தீபற."

"தச்சு விடுத்தலும் தாமடி இட்டலும்
அச்சு முறிந்தது என்று உந்தீபற!
அழிந்தன முப்புரம் உந்தீபற."

அங்கு வளைந்தது வில்லு; இங்கு விழுந்தது குண்டு. அங்கு விளைந்தது பூசல்; இங்கு எழுந்தது பேரொளி. அங்கு உளைந்தது முப்புரம்; இங்கு எரிந்தது இருபுறம். ஏன் மூன்றாவதுபுரம் எரிவதற்கு முன்னர் ஜப்பான் அடி பணிந்தது? அதனாலே முப்புரமாகாது இருபுரமாயிற்று.

அறிய அவா

இவ்வாறு அணுவின் சக்தி துன்பந்தான் செய்யுமா? அழிப்பதும், எரிப்பதும், ஒழிப்பதுந்தான் அது செய்யக் கூடுமா? இல்லை மனிதவர்க்கத்திற்கு நன்மைகளைச் செய் யுமா? என்பதே இந்நாளைய கேள்வி. அணுச்சக்தி

செய்யக்கூடிய நன்மைகள் தீமையைவிட பலப்பல. கதிர் வீச்சு இயக்கத்தால் உண்டாகும் புதிய புதிய பொருள் களைக்கொண்டு இன்று வைத்தியர் தீராத நோய்களைத் தீர்க்கின்றனர். எதிர்கால நாகரிக வாழ்க்கை முழுவதும் அணுவின் சக்தியால் வளரவேண்டும். அதுவே தற்கால அணு ஆராய்ச்சி. "அணுவிலிருந்து மனிதன் விரும்பிய நன்மையோ தீமையோ பிறந்து வெளிவருவது எப்படி? மனிதன் இதனை எவ்வாறு அடக்கி ஆளமுடியும்? இதனால் நாட்டிற்கு ஏற்படும் பணச் செலவு என்ன? நன்மை என்ன?" என்றெல்லாம் இந்நாளைய அணு ஆராய்ச்சிக் குழுவினர் ஆராய்கின்றனர். இத்தகைய பெருஞ்சக்தி பெற்ற அணுவினைப்பற்றி அறிய நமது மனம் அவாவு கின்றது.

தாய் அறிந்த பிள்ளை

அணுவினைக் கண்ணால் காணமுடியாது. அரைகோடி அணுக்களை வரிசையாக அணிவகுத்து நிற்கவைத்தால், இங்கு நான் எழுதும்போதுவைக்கும் ஒரு முற்றுப்புள்ளிக் குள் அடங்கிவிடும். மிகமிகச் சிறிய அணுவின் குறுக்கு அளவினையும் சரியாகக் கணக்கிட்டு இருக்கிறார்கள். ஓர் அங்குலத்தினை 25 கோடியாகப் பங்கிட்டால் அதில் ஒரு பங்கு எவ்வளவு இருக்குமோ அவ்வளவே ஓர் மிகச் சிறிய அணுவின் குறுக்களவும். பெரிய அணுவின் குறுக்களவு இதனினும் $2\frac{1}{2}$ மடங்கு பெரியது. அதாவது ஓர் அங்குலத் தினை 10 கோடியாகப் பங்கிட்டதில் ஓர் பங்காம். ஒரு தூசினைப் பார்க்கவும் பூதக்கண்ணாடி தேடும் நமக்கு அணு எப்படித்தோன்றும்? இவ்வளவு நுட்பமான பொரு ளைப்பற்றி இன்று நாம் எவ்வளவு அறிந்துள்ளோம்! இதன் எடை, அகலம், நீளம், கனம், அதன் அமைப்பு,

இனம், முறை, ஒட்டிப் பெருகும் சட்டம், மாறும் சட்டம், அதன் ஆக்கப்பாடு, அழிவாற்றல் இவ்வளவும் அறிவோம். தாய்க்குக்கூடத் தன் பிள்ளையைப்பற்றி இவ்வளவு தெரிந்திருக்க முடியாது. இதுதான் இந்நாளைய விந்தை! இவ்வளவும் தெரிந்திருப்பது புராணத்தை உருப்போட்டதால் அன்று; யோகதிருஷ்டியால் கண்ட முனிவரிடம் உபதேசம் பெற்றதாலும் அன்று; அணுவின் செயலைச் செய்காட்சி நிலையத்தில் நேரேகண்டு பார்த்துத்தான் அறிந்துள்ளோம். நம்பாதவர் எவரேனும் இருப்பின் இதனை "உண்மையா?" என்று செய்காட்சியில் சென்று ஆராய்ந்துபார்க்கலாம்.

அணு எந்திரம்

அணுவினைப்பற்றி என்ன அறிந்துள்ளோம்? இங்கு ஓர் எந்திரமும் மந்திரமுமாக அமைந்த ஒரு தந்திரத்தினை எதிரே காட்டிவிடுவது நல்லது. நாம் அறிந்ததெல்லாம் இதில் அடங்கிவிட்டது. இயற்கை அன்னை வீற்றிருக்கும் இந்த அண்டக்கோட்டையின்வழியே எல்லாம் அறிந்து கொள்ள இந்த எந்திரத்தினை அறிந்தால்போதும். காலத்திற்குக் காலம் இந்த எந்திரம் வேறுவேறாக வரையப்பட்டு வருகிறது. இதனை முழுதும் அறிந்தால் இயற்கைமுழுதும் விளங்கிவிடும். ஆனால் முழுதும் அறிந்தவர் யார்? இருட்டில் தடவிக்கொண்டே செல்வதுபோலச் செல்கிறது உலகம். ஆதலினால், இதனைக்கண்டதும் அஞ்சவேண்டுவதில்லை. போகப்போக விளங்கும். மேலும் நூல்களைப் படிக்கப்படிக்க விளங்கும். இது ஓர் அரிச்சுவடி.

புலனாகிறது உலகம்

உலகம் உயிருள்ளனவும், உயிரில்லனவுமாகத் தோன்றுகின்றது. உயிர்களின் அறிவினைப்பற்றி ஒரு

முடிவாக ஒன்றும் கூறுவதற்கில்லை. ஆனால், அதுதான் இயற்கை அரண்மனையின் திருவோலக்க மண்டபம். பிற இடங்களை அறிந்து அங்குப் போனபின் ஒருவேளை விளங்கலாம். ஆதலின் உயிரற்றதாகக்கிடக்கும் சடத்தினைப் பற்றியே அறிவது எளிதாகிறது. என்ன எளிமை? எல்லாம் அறிந்துவிட்டோமா? "கற்றது கைம் மண்ணளவு கல்லாதது உலகளவு" என்பது இங்கே நாம் காணும் உண்மை. பின் என்ன எளிமை? புலனாகுவனவற்றைச் சொல்லச் சிறிதானாலும் முடிகிறது. அறிவினை அப்படி நமக்கும் வேறாக வைத்துப் பார்த்து அறிந்து கூறமுடியுமா? ஆனால், "ஜடந்தான் உண்மையில் என்ன" என்று கூறமுடியுமா? கூறமுடியுமானால் தத்துவ ஆராய்ச்சியாளர்கள் ஒருவர் கூறுவதுபோல ஒருவர் கூறாமல் சூனியம் என்றும், உள்பொருள் என்றும், இல்பொருள் என்றும், கனவு என்றும், பொருளற்றது என்றும், மாறுவது என்றும், மாறாதது என்றும், சித்து என்றும், சடம் என்றும் பலவாறுகூறி ஒருவரோடு ஒருவர் முட்டிக்கொண்டு தலையை உடைத்துக்கொள்வார்களா? "உலகின் அடிப்படையான உண்மை வடிவம் யாது? என்பதில் வேறுபாடு இருந்தாலும் அது எப்படி நம் கண்ணுக்கும், காதிற்கும், மூக்கிற்கும், இந்தப் பொறிகளுக்குப் பதிலாக நாம் அமைக்கும் புகைப்படம் பூதக் கண்ணாடி முதலியவற்றிற்கும் புலனாகின்றது என்பதில் வேறுபாடு இல்லை. ஆகவே, இந்தத்தோற்றத்தின் வழியாக ஆராயவே நாமும் தொடங்குகிறோம்.

உறைந்த ஆற்றல்

இங்கு என்ன காண்கிறோம்? கூடியவரையில் மாறாமலே உலகம் நமக்குத் தோன்றுகிறது. பாமரான சூனிய

மாகத் தோன்றுமல் பொருண்மை உடையதாகவே தோன்றுகிறது. இதனைச் சடம் என்றனர். இந்தப் பொருண்மை இடையே சூடு, மின்சாரம், காந்தம், ஒளி, ஒலி முதலிய சக்திகள் இயங்கிவரவும் கண்டனர். உயிரை விட்டு ஒழித்தால், சடம் சக்தி என இரண்டில் இந்த உலகினை அடக்கிவிடலாம். சக்தி என்பதும், சடம் என்பதும் ஒன்றே என்பது இந்நாளைய முடிவு. ஹிரோஷிமாவை அழிக்கின்ற சக்தி அணுவிலன்றோ கிடந்தது. அதனை வேறு என்பானேன். உறைந்து கிடந்தால் பனிக்கட்டி; உருகி வழிந்தால் தண்ணீர் என்பதுபோலச் "சக்தி உறைந்து கிடக்கின்றதே சடம்; சடம் ஆற்றலாய் உருகி வழிவதே சக்தி" என்று கொள்ளவேண்டுமாம். இந்த உண்மை மேலே செல்லச் செல்லச் சிறிது சிறிதாக விளங்கி வரும்.

அணு உலகம் கரைந்தால்

மலை மலையாகத் தோன்றுவன எல்லாம் மணல் மணலாகக் கரைகின்றன. மணலிலும் பெருமணல், சிறு மணல், நுண்மணல் எனக் குறைந்து தேய்ந்துகொண்டே போகக் காண்கிறோம். இவ்வாறு ஒவ்வொரு பொருளும் அடிப்படையான சிற்றமைப்பில் முடிகிறது. தண்ணீரை இவ்வாறு பிரித்துக்கொண்டேபோனால் நீரின் அணுத் திரளைகள் வரும். இதனை molecutes என்று ஆங்கிலத்தில் கூறுவார்கள். இந்த அணுத்திரளையையும் பிரித்துப்பார்த்தால் அணுக்கள் வரும். அப்போது தண்ணீரின் இயல்பு அங்கு இராது. வெல்லத்தண்ணீரிலிருந்து வெல்லத்தையும் தண்ணீரையும் வேறாகப் பிரிப்பதுபோலத் தண்ணீரையும் இரு வேறு பொருள்களாகப் பிரிக்கலாம். தண்ணீரில் நீரிய ஆவி உண்டு. நம் உயிருக்கு இன்றியமையாத

பிராணவாயு என்ற உயிரியமும் உண்டு. தண்ணீரின் அணுத்திரளையைப் பிரித்தால் உயிரிய அணுவும் நீரிய அணுவுமாகப் பிரியும். இவ்வாறு அணுவாகப் பிரிபவையே உலகத்தின் அடிப்படைப் பொருள்கள். அப்படி 92 அடிப் படைப் பொருள்கள் அல்லது "அடிப் பொருள்கள்" உலகில் உள்ளனவாம். இவற்றை ஆங்கிலத்தில் elements என்பர். 92 வகையான அணுக்கள் இருக்கின்றன. இவை தம்மொடு தாமும் பிறிதுமாகக் கலந்து அணுத்திரளைகள் ஆகின்றன. இப்படிப்பட்ட கலவைகள் உலகில் ஏழு லட்சத்திற்கு மேலும் உண்டாம். இத்தனைவகையாகப் பல்கிப் பெருகும் உலகம் 92 அணு வகையில் அடங்கி விடுவது வியப்பினும் வியப்பன்றோ?

பன்னிரண்டே போதும்

"92 பொருள்களா?" என மலைக்கவேண்டாம். உலகிலுள்ள அடிப்பொருள்கள் 92 ஆனாலும் வழக்கில்வருபவை 12-க்குமேல் இல்லை என்பது விளங்கும். இது வியப்பினும் வியப்பு. ஆகையால், இந்தக் கணக்கை உற்றுநோக்க வேண்டும். உலகத்தில் ஆயிரம் பாகத்தில் ஏறக்குறைய பாதி ஆக்சிஜன் என்ற உயிரியம் $\frac{492}{1000}$ பங்கு. இந்த உயிரியம் காற்றில் ஐந்தில் ஒருபங்கு. நீரில் ஒன்பதில் எட்டுபங்கு. இது கல்லிலும் உண்டு. உலகில் சிலிகன் என்பது $\frac{257}{1000}$ பங்கு. இது தரையில் கால்பங்கு. மணல் என்று நாம் வழங்குவது சிலிகனோடு உயிரியம் சேர்ந்த கலவையேயாம். உலகில் அலுமினியம் $\frac{74}{1000}$ பங்கு. இது மண்ணில் உண்டு. உலகில் இரும்பு $\frac{47}{1000}$ பங்கு. இது உயிரியத்தோடு கலந்தே கலவையாகக் கிடக்கிறது. கால்சியம் என்ற சுண்ணம்புச்சத்து உலகில் $\frac{34}{1000}$ பங்கு. சோடியம் என்றது உல்கில் $\frac{26}{1000}$ பங்கு. இது சோற்று

உப்பிலும் உள்ளதேயாம். பொடாஷியம் என்ற உப்பு அபிரேகம் முதலியவற்றில் உண்டு. இது உலகில் $\frac{24}{1000}$ பங்கேயாம். மாக்னீஷியம் என்பதனைப் பெட்ரொமாக்ஸ் விளக்கில் திரியாக எரிவதற்கு வெள்ளைச் சல்லடை உறை யாகப் போட்டிருக்கக் காணலாம். இது கடல் நீரிலும் உண்டு. இது உலகில் $\frac{19}{1000}$ பங்கு. ஹைட்ரஜன் என்ற நீரிய ஆவி நீரில் இருக்கிறது என அதன் பெயரே கோள் சொல்லுகிறது. இது உலகில் $\frac{9}{1000}$ பங்கு. டைடானியம் என்பது உலகில் $\frac{6}{1000}$ பங்கே. இது மண்ணிலும், மணலி லும் உண்டு. க்ளோரைன் என்பது $\frac{2}{1000}$ பங்கு. ஆனால், இது நம் சோற்றுப்பில் மேலே கூறிய சோடியத்தோடு கலவையாகக்கிடக்கிறது. பாஸ்பரஸ் என்பது எரிகந்தகம்; இது $\frac{1}{1000}$ பங்கு. இது எருவுக்கு இன்றியமையாதது. இந்த 12 பொருளே உலகில் $\frac{991}{1000}$ பங்கானல் மிகுதிநிற்கும் 80 அடிப் பொருள்களும் $\frac{9}{1000}$ பங்கு அளவே இருக்கக் காண்கிறோம். பொன், வெள்ளி, ஈயம் என்றெல்லாம் பேசுகிற நாம் உலகில் பரந்துகிடக்கும் பொருள்களைவிட்டு எங்கெல்லாம் ஓடி அலேகிறோம் என்பது விளங்குகிறது. ஆதலின் நாம் அன்றாடம் பயன்படுத்திவந்தாலும், பேசி வராத பொருள்களைப்பற்றி அறியவேண்டாமா? இவற் றினை உலகத்திலுள்ள எல்லா நாடுகளிலும் உள்ள விஞ்ஞானிகள் எவ்வாறு வழங்குகின்றனர் என அறிந்து உலகத்தோடு ஒட்ட ஒழுகுதல் நல்லது. பெயரிட்டு அழைப்பது எப்படி என இனி மேலே காண்போம்.

நாமகரணம்

உலகத்திலுள்ள மக்களோ பலர். அவர்களைப் பிரித்து அறிவதே அருமை என்றாலும் பலவகையாகப் பிரித்து அறிந்து வாழ்ந்துவருகிறோம். இதனினும் ஓர் அரியகேள்வி

" இவ்வாறு பிரித்து அறிந்தபின் பிறர் அறிய வழங்குவது எப்படி?" என்பதே. பதினுயிரம் பேர்வழிகள் வேலே செய்கின்ற இடத்திலும், ஆயிரம் மாணவர்கள் கற்கின்ற கல்லூரியிலும், பல நோயாளிகள் தங்கி இருக்கும் ஆஸ்பத்திரியிலும் ஒவ்வொருவரையும் பெயரிட்டுப் பிரித்து வழங்கவில்லேயா? இந்தப் பெயரை எல்லாம் முழுதும் சொல்லிக்கொண்டு இருந்தாலும் நீள எழுதிக்கொண்டு இருந்தாலும் காலமே வீணுகக் கழியும். இந்த அருமைப் பாட்டினே எண்ணியே சுருக்கமாகக் குறிக்கவேண்டிய பொழுது பெயரின் முதல் எழுத்தைமட்டும் எழுதுகிரும் அல்லது கூறுகிரும். தென்னுட்டில் உதாரணமாகச் செட்டிநாடு முதலிய இடங்களில் முதல் எழுத்துக்களேக் கொண்டு மட்டும் வழங்குகின்றனர். முத்தையன் என் பதனே "மூன" என்றும், தியாகராசன் என்பதனைத் "தினு" என்றும் வழங்கவில்லேயா? அதே முதல் எழுத்தில் இரண்டு மூன்று பெயர்கள் தொடங்கினுல் வேறுபடுத்தி அறிவதற்கு இப்பொழுது முதல் இரண்டு எழுத்துக்களே யும் உடன் எழுதுவர், உடன் கூறுவர். சிதம்பரம் என்ப தனேச் "சி. த."; "சினதானு" என்றும், கதிரேசன் என்ப தனேக் "க. தி"; "கானுதினு" என்றும் வழங்கிவருவது செட்டிநாட்டில் இன்றும் வழக்கம். சிறையாளரைப் பெயரிட்டு அழைக்காமல் வெறும் எண்களே இட்டே அழைக்கவும் காண்கிரும்.

அணுவுக்கும் பெயரிடும் சடங்கு

உலகத்துப் பொருள்களே எவ்வாறு பெயரிட்டு வழங்கு வது? இந்த 92 அடிப்படைப் பொருள்கள், 92 அணுவின் பெயர்களாம். அடிப்படைப் பொருள்கள் 92 ஆகையால் அவற்றின் மூலகாரணமான அணுக்களும் 92 வகையாக

உள்ளன. உலகத்தில் இவை தனித்துக்காணமாட்டாமை யாலேயே இவற்றிற்கு உலக வழக்கில் பெயர்கள் இல்லை. ஆராய்ச்சி உலகில்தான் இவற்றிற்குப் பெயர்வழங்கக் காண்கிறோம். பல நாட்டினரும் இந்த அடிப்படைப் பொருள்களைப் பிரித்தெடுத்துக் காட்டுவதில் பெரும்பாடு பட்டுள்ளார்கள். அதனால் கண்டுபிடித்தவரது நாட்டினை நினைப்பூட்டும் பெயர்களை அவ்வாறு அவர்கள் புதிதாகக் கண்டுபிடித்த பொருளுக்குப் பெயராக விஞ்ஞான உலகம் இட்டு வழங்கியது. ஜெர்மானியம், பொலோனியம் என்ற பெயரைப்பார்க்க. பெரும்பான்மையும் ஐரோப்பியரே ஈடுபட்ட ஆராய்ச்சி ஆதலின் அவர்களுக்குப் பொதுவான லத்தீன் (*Latin*) பெயரையே பல பொருள்களுக்கு இட்டனர். உலகப் பெயரை இட்டால் அப்பெயர் வேறு பிற வற்றையும் குறிக்கும். அப்படி வழக்கில் இல்லாத லத்தீன் பெயர் கிணற்றிலிட்ட கல்லேபோல இட்ட இடத்திலேயே கிடந்து பிறபொருளை உணர்த்தவே போகாது. எள்ளி லிருந்துவரும் நெய்க்குமட்டும் பெயரான எண்ணெயானது இப்போது எதிலிருந்து வரும் நெய்க்கும் பெயராவதுபோல் விஞ்ஞானிகள் வழங்கும் பெயர்களாம். குறியீடுகள் மாறக்கூடா அன்றோ? சில பெயர்கள் கரியைக் குறிக்கும் கார்பன் (*Carbon*) என்பதுபோல ஆங்கிலப்பெயர்கள் பொடாஷியம் என்பதற்கு *Kali* (காலி) என்ற ஜெர்மன் பெயரே பெயராம்.

தலை எழுத்து

முழுப்பெயராக எழுதுவது சிறுபங்கே. இந்தப் பெயர்களின் முதல் எழுத்தையோ, இரண்டு மூன்று பொருள்களின் பெயர் ஒரே எழுத்தில் தொடங்கினால் முதல் இரண்டு எழுத்தையோ, அறிகுறியாக எழுதுவது

விஞ்ஞானிகளின் வழக்கம். கரியாம் *Carbon* (கார்பன்) என்பதனை "*C*" என்றும், பொடாஷியம் என்பதனைக் "*k*" என்றும் எழுதுவர். பொன் என்பதன் லத்தின் பெயர் *aurum* என்பது. வெள்ளியின் லத்தின் பெயர் *argentum* என்பது. இரண்டும் "*a*" என்று தொடங்குவதால் "*a*" என்ற தலை எழுத்தை எழுதினுல்மட்டும் போதாது. பொன்னை "*au*" என்றும் வெள்ளியை "*ag*" என்றும் இரண்டு எழுத்துக்கள் கொண்டு குறிக்கவேண்டி இருக்கிறது இந்தக் குறிகள் 1, 2, 3 என்று எண்களைக் குறிக்கும் குறிகளேபோல உலகம் முழுவதும் வழங்கும் குறிகளாகும். ஒருநாட்டிற்கோ, ஓரினத்திற்கோ உரியன அல்ல. ஆதலின், தமிழரும் இந்தக் குறியையே வழங்குதல் தக்கது. வெறும் எண்ணுலேயே வழங்குவதனை மேற் சென்று காண்போம்.

அடையாளம்

மற்ருென்றினையும் இங்கேயே கூறிவிடுவது நல்லது. இந்த அடிப்படைப் பொருள்கள் கலவைப் பொருள்களாகக் கலந்துவரும். இந்த அணுக்கொத்துக்களை அணுத்திரளை (*Molecules*) என்கின்ருேம். இவற்றினைக் குறிப்பது எப்படி? கலவையில் கலந்த தனிப்பொருள்களின் குறிகளைச் சேர்த்து எழுதவேண்டும். சோற்று உப்பினை எடுத்துக்கொள்வோம். இதில் க்ளோரைன் என்பதும், சோடியம் என்பதும் சமமாகக் கலந்து இருக்கும். க்ளோரைன் என்பதன் அறிகுறி "*cl*" சோடியம் என்பதன் அறிகுறி "*Na.*" ஆகவே இவை இரண்டினையும் *Nacl* என்று எழுதினுல் அது சோற்று உப்பென்று கலவையின் அறிகுறியாகும். இந்தக் கலவைப்பொருள் சமமாக அன்றிப் பலவிதங்களில் கலந்து இருக்குமானுல் கலவைகள்

பலவகையாகும். இந்தவேற்றுமையைக் குறிப்பது எப்படி? இதற்காகப் பொருள்கள் கலந்துள்ள வீதத்தினையும் குறிக்கவேண்டும். இதனை எப்படிக் குறிப்பது? அந்த அந்த எழுத்தினை அடுத்துக் கீழே 1, 2 என்ற வீதத்தினையும் குறிப்பது வழக்கம். தண்ணீரை எடுத்துக்கொள்வோம். அதில் நீரிய அணு (H) இரண்டு, உயிரிய அணு (O) ஒன்று. ஆதலின் H_2O என்பதே தண்ணீராகிய இந்தக் கலவையின் அறிகுறியாகும். தனிக் குறிகள் அணுவின் குறிகள். கொத்துக் குறிகள் அணுத் திரளையின் குறிகள். கரி C; இரும்பு Fe. இவை உயிரியத்தோடு பல அணுத் திரளைகளாகக் கலப்பதனை CO, CO_2; FeO Fe_2O_3 Fe_3O_4 என்று வேறுவேறு எழுதிக்காட்டுவர். இவ்வாறு எழுதுவதனை அவ்வவற்றின் வாய்பாடு என்பர்.

---

2. அண்டப் பூங்கொத்தில் அணுவின் இதழ்கள்

குறிஞ்சிப்பாட்டில் ஒரு மாலை

பொதியின் மலைச்சாரலில் பல அழகிய இளைய மகளிர்கள் மயிலோடு ஆடிக் குயிலோடு கூவி ஊசலிலாடி விளையாடுகிறார்கள். பூக்கொய்யப் பலமுகமாய்ப் பிரிகிறார் கள். பறித்த பூவைக் கொண்டுவந்து பளிங்குப்பாறையில் கொட்டி மாலைகோக்கின்றார்கள். 92 வகையான பூக்கள் இருக்கின்றன. பூவின் பெயரை எல்லாம் குறிஞ்சிப் பாட்டில் கபிலர் பாடியதிலிருந்து அறியலாம். பூக்களை ஒரேவகையாகவும், பலவகையாகவும் சேர்த்துக் கொத்துக் கொத்தாகக் கட்டுகிறார்கள் அழகிய நங்கையர்கள். இந்தக் கொத்துக்களைப் பலபல வடிவில் கட்டி அழகிய மாலையாக அமைக்கிறார்கள். தம் தலைவியாகிய தமிழ் அணங்கிற்குச் சூட்டி மகிழ்கிறார்கள்.

பூங்கொத்து மாலை

உலகமும் – ஏன் அண்ட முழுதுமே அத்தகைய அழகிய பூங்கொத்து மாலையேயாம். பூக்கள்தாம் அணுக்கள்; பூங்கொத்துகள்தாம் அணுத்திரளைகள் (Molecules). மாலையைப் பிரிக்கலாம்; கொத்துக்களைப் பிரிக்கலாம்; பூவைப் பிரிக்கலாம். ஆனால், பூவைப்பிரிப்பது என்று பேசுவதில்லை. இதழ் இதழாகச் சிதைக்கலாம் என்றே

சொல்லவேண்டும். பூ என்பது எது? மாலையைப் பிரித்துக் கொண்டே போகும்போது எந்தச் சிறுநிலையில் தனியாகத் தன் இயல்புகெடாமல் விளங்குகிறதோ அதுவே தனிப்பூ. அப்படி உலகினைப் பிரித்துக்கொண்டே போகும்போது எந்தச் சிறுநிலையில் தனியாகத் தன் இயல்பு கெடாமல் விளங்குகிறதோ அதுவே பூ. அப்படியே உலகினைப் பிரித்துக்கொண்டே போகும்போது தனிப்பொருள்களின் இயல்பு கெடாமல் எவ்வளவு சிறிய அளவில் இருக்கக் கூடுமோ அந்தச் சிறிய அளவே அணு. பூவை இதழ் இதழாக எடுப்பதுபோல இங்கும் அணுவைப் பிரித்து எடுக்கலாம். அந்நிலையில் எப்படிப் பூவானது பூ என்று பேசமுடியாதோ அதுபோலப் பிரித்த அணுவும் தனிப் பொருள் என்ற நிலையில் இராது.

பூங்கொத்து

உலகத்திலுள்ள வேதிப்பொருள்கள் எல்லாம் அணுத்திரளைகளின் மாலையே. உலோகத்தின் அணுத் திரளைகள் பெரும்பாலும் ஒவ்வோர் அணுவாகவே இருக்கு மாம். மிகச் சிறிய அணுத்திரளை நீரிய அணு இரண்டு சேர்ந்து அமைந்ததேயாம். பெரிய அணுத்திரளையைச் சோறு வடிக்கும்போது வரும் கஞ்சியிலே பார்க்கலாம். இங்கே ஓர் அணுத்திரளையில் 2500 அணுக்கள் இருக்க லாம். நீரிய அணுத்திரளையின் குறுக்களவு என்ன? ஓர் அங்குலத்தினை 12½ கோடி பங்காகப் பிரித்து அதில் ஒரு பங்கினை எடுத்தால் எவ்வளவு சிறியதோ அவ்வளவு சிறிது. கஞ்சிப்பசையிலுள்ள அணுத்திரளையின்/குறுக்கு அளவோ ஓர் அங்குலத்தினைக் கோடி பங்காகப் பிரித்தால் ஒருபங்கு அளவேயாம். மிகப் பெரிய அணுத்திரளையே இவ்வளவு சிறிதாக இருக்கின்றது! இது இன்னும் 100

மடங்கு பெரிதானல்தான் மிகச் சிறந்த பூதக்கண்ணுடியில் தெரியவரும்.

ஊரும் குடும்பமும்

நம்முடைய இந்தியாவில் எத்தனையோ ஊர்கள் இருக்கின்றன. ஒவ்வோர் ஊரிலும் பல வீடுகள் உண்டு. அந்த வீட்டையும் ஆராய்ந்தால், அதற்குள் ஆட்கள் குடியிருக்கக்காண்கிறோம். தண்ணீர், கஞ்சி எனப் பொருள்களை எடுத்துக்கொண்டேபோனல் ஒவ்வொன்றும் ஒவ்வோர் ஊர்போல இருக்கின்றது. இதனைப் பிரித்துக்கொண்டே போனல் வீட்டில் முடிவதுபோல அணுத்திரளையில் முடியும். ஒவ்வொரு வீடும் ஒரு தனிநிலையுடையது. அப்படியே ஒவ்வொரு அணுத்திரளையும் முழுநிலையுடையது எனலாம். அந்த வீட்டில் உள்ளவர்கள் ஏதாவது செய்யவேண்டுமானலும், எங்கேயாவது போகவேண்டுமானலும் ஒரே குடும்பமாக நடந்துகொள்கிருர்கள். அன்ருட வாழ்க்கை வாழ்வதும், திருமணம் நடத்துவதும் குடும்பமாகவே செய்வார்கள். திருப்பதிக்குப் பயணம் போகவேண்டுமானலும் எல்லாம் குடும்பமாகத்தான் போவார்கள். அதேபோல அணுத்திரளைகளும் தோற்ற வகையான நடைமுறைகளில் எல்லாம் குடும்பம் குடும்பமாகத்தான் வழங்கிப் புழங்கி வருகின்றன.

திருமணமும் திருவிழாவும்

இப்படி அணுத்திரளைகள் சேர்ந்தாலும் இவற்றினை எளிதாக விரைவில் பிரித்து எடுத்துவிடலாம். இயற்கையிலே ஒரு பொருளோடு ஒரு பொருள் சேர்கிறது. வெல்லத்தினைத் தண்ணீரில் கரைக்கின்ருேம். தண்ணீரோடு

தண்ணீராய் வெல்லம் சேர்ந்துவிடுகின்றது. இதனைப் பிரித்துப் பழையபடி வெல்லம்வேறு தண்ணீர்வேறு எனக் காட்டமுடியுமா? தண்ணீரை உலையில் ஏற்றிக் காய்ச்சி னால் தண்ணீர் ஆவியாக வாலையில் இறங்கிக் குளிர்ந்து பழையபடி தண்ணீராகும். வெல்லம் சட்டியில் நின்று விடும். ஆனால் சிறு தீயிட்டு எரிக்கவேண்டும். கருப்பஞ் சாற்றிலிருந்து பனைவெல்லம் காய்ச்சுவதும் இப்படித் தானே. இது எப்படி இருக்கின்றது? ஒரு குடும்பம் முழுவதும் திருமணவீட்டிற்குப்போவதுபோல இருக்கிறது. அங்கே பல குடும்பங்களும் வருகின்றன; கூடிக்குலாவு கின்றன. திருமணம் முடிந்ததும் ஒவ்வொரு குடும்பமும் பழையபடி பிரிந்துபோய்விடுகின்றது. வெல்லத் தண்ணீர் தான் திருமணக் காட்சி. வெல்லமும் தண்ணீரும் பல பல குடும்பங்கள். "திருவிழாப் பார்க்கவந்த இரண்டு ஊர்கள் என்றும் சொல்லலாம்." "பையன்களே! திருவிழா நெருக் கடியில் – கும்பலில் அகப்பட்டுக்கொண்டு வழிதெரியாமற் போகாதீர்கள் கூடவே இருங்கள்" என்று பெரியவர்கள் கூவி அழைப்பதனை நாம் கேட்கவில்லையா? திருவிழா முடிந்ததும் பிரிவு பிரிவாகப் பிரிந்து அவரவர்கள் தங்கள் தங்கள் ஊருக்குச் செல்லுகின்றார்கள். சேர்வையாக (*Mixture*) இருந்த பானகமும் காய்ச்சியபின் தண்ணீரின் அணுத்திரளைகள் வேறாகவும், வெல்லத்தின் அணுத்திரளை கள் வேறாகவும் பிரியவில்லையா? இங்கெல்லாம் வேதிப் பொருள் மாறுவதில்லை. அணுத்திரளையின் அமைப்பில் ஒருமாற்றமும் வருவதில்லை.

தட்டான் கடையில் இன்று இருக்கும் தாயின் பொன் வளையல் நாளைக்கு மனைவிக்கு மோதிரங்களாகும். சில ஆண்டுகள் சென்றபிறகு, தன் குழந்தையின் கழுத்துச்

சங்கிலியாகும். இங்கே எல்லாம் தோற்றந்தான் மாறியதே (*Physical Change*); அன்றிப் பொன் என்ற வேதிப்பொருள் மாறவில்லை.

பாகும் சாந்தும்

இயற்கையில் தோன்றும் தோற்றம்மட்டுமேயன்றிப் பொருளின் அமைப்பும் மாறுவதுண்டு. அங்கே அணுத்திரளைகள் உடைபட்டுப் பிரிந்து வேறுவகையான அமைப்பினைப் பெற்று வேறுவகையான அணுத்திரளைகளாக மாறுகின்றன. இவை இயற்கை அமைப்பு மாற்றங்கள். இவற்றையே வேதிமாற்றம் (*Chemical Change*) என்பார்கள். வெல்லத்தைத் தட்டில் இட்டு அடுப்பில் ஏற்றிப் பெருந்தீ இட்டுக் காய்ச்சினால் என்ன ஆகிறது? வெல்லம் உருகுகிறது; பின்பு பாகு ஆகிறது; இந்தப் பாகிலே பலப் பல சிற்றுண்டிகளைச் செய்யவருகிறாள் தாய். ஆனால் குழந்தை அழுகிற குரல்கேட்டு விரைந்து ஓடிப்போகிறாள் சிற்றுண்டிக்கு அடுப்பங்கரையில் உட்கார்ந்து இருக்கும் குழந்தை "அம்மா! காந்தல் அடிக்கிறது" என்று கதறுகிறாள். சிற்றுண்டி இல்லாமற் போகிறதே என்று வயிறு எரிகிறாள். குழவியை எடுத்துக்கொண்டு தாய் வருவதன் முன் வெல்லம் எல்லாம் கரிந்து சாந்தாகிறது. தண்ணீர் ஆவியாகப்போகச் சட்டியில் எஞ்சிநிற்பது கரிதான். சுரண்டிச்சுரண்டி வாயில் இட்டால் கைக்கிறது. இப்போது என்ன தவம் செய்தாலும் அக்காள் என்ன அழுதாலும் வெல்லமோ, பாகோ திரும்பிவராது. இங்கே இயற்கை அமைப்பே மாறிவிட்டது. வேதி மாற்றம் ஏற்பட்டு உள்ளது. இது எப்படி நடக்கிறது? நாம் பழையபடி ஊருக்கேபோவோம். தனி வீடுகளைப்பற்றிப் பேசினோம் அன்றோ? தனி வீட்டில் பெற்றோரோடு மணமாகாத

பெண்களும் ஆண்களும் இருப்பார்கள் அல்லவா? திருமணம் நடக்கிறது இந்தஊர் பெண்ணிற்கும் அந்தஊர் ஆணிற்கும்; அந்தஊர் ஆணிற்கும் இந்தஊர் பெண்ணிற்கும் திருமணம். இந்தப்பெண் அங்குப் போய்விட்டாள்; அந்தப்பெண் இங்கு வந்துவிட்டாள். இதுவரையும் ஒன்றுக வாழ்ந்த குடும்பம் இவ்வாறு ஆள் ஆளாகப் பிரியக் காண்கிறோம். அணுத்திரளை அணு அணுவாகப் பிரிந்து ஒருவகை அணு வேறுவகையான அணுவோடு சேர்ந்து மற்றொருவகை அணுத்திரளையாகச் சமைகிறது. இங்கே முன்போன்ற சேர்வை (*Mixture*) அன்று நிகழ்வது. இங்கு நிகழ்ந்து உள்ளது இனிப் பிரிக்கமுடியாத கலவை யாம். இரண்டும் ஒன்றுகவே இயைந்து வேறு ஒரு புதிய பொருளாக மாறிவிட்டது. இதனைக் கலவை (*Compound*) என்பர்.

அணு இனம்

அணு (*Atom*) என்றால் என்ன? ஒரு பொருளை உடைத்துக்கொண்டேபோனால் கடைசியில்நிற்பது அணுத் திரளை (*Molecules*). அதனையும் வேதிமாற்றத்தின் வழியே உடைக்கலாம். உடைத்தால் மிஞ்சுவது அணு. உலகிலுள்ள பொருள்கள் எல்லாம், இனம் இனமாகப் பிரிகின்றன. மனிதன், குரங்கு, விலங்கு, மரம் என்று பேரினமும் சிற்றினமுமாகப் பிரிக்கிறோம். ஒவ்வோரினத் திலும் பொது இயல்பு உண்டோ? இதனாலேயே இனம் என்று பேசுவதற்கு இடம் உண்டாயிற்று. தென்னை மரம் என்றால், " இத்தனை அடி சராசரி உயரம் இருக்கும்; தேங்காய் காய்க்கும்; மாங்காய் காய்க்காது; கிளைவிடாது; மட்டைவிடும்" என்று பொது இயல்புகளைக் கூறுகின் றோம். இதுதான் இயற்கையின் வெளித் தோற்றம்;

புறநோக்கம். உள்ளிடாகவும் உள்ளமைப்பினை நோக்க வேண்டும். அணு அணுவாக உடைக்கும் போது உலகில் உள்ள பொருள்கள் 92 வகையாகப் பிரியக்கண்டனர். ஒவ்வொருவகையான பொருளின் அணுவும் ஒவ்வொரு வகையாக இருக்கவும் கண்டனர். "அணுக்களும் 92 வகையே" என்று விஞ்ஞானிகள் கூறுகின்றார்கள்.

பொருளின் மூன்று அவதாரம்

உலகிலுள்ள பொருள்களை எல்லாம் மூன்று தலைப்பின் கீழ் அடக்கலாம். கெட்டிப்பொருள்கள் (*Solids*), நீரிப்பொருள்கள் (*Liquids*), ஆவிப்பொருள்கள் (*gas*) எனலாம். ஒரு பொருளே இம் மூன்று நிலைகளிலும் தோற்ற மாறுதல் (*Physical change*) அடைகிறது எனக் கொள்ளலாம். இங்கே வேதிமாற்றம் (*Chemical change*) ஒன்றும் இல்லை. அணுத்திரளைகளைக் காணும் கண்களைப் பெறுவோமானல் பொருள்கள் எப்படிப் புலப்படும் எனக் காண்போம். வியப்பினும் வியப்பு! மூன்று நிலைகளிலும் அணுத்திரளைகள் எப்போதும் இயங்கிக்கொண்டே இருக்கின்றன. கெட்டிப்பொருள்களில் அசையும் அணுத்திரளைகள் ஒரு வேகமாயும், அதைவிட நீரிப்பொருள்களில் உள்ள அணுத்திரளைகள் இன்னும் அதிகவேகமாக இயங்கியும், ஆவிப்பொருள்களின் அணுத்திரளைகள் இதனைவிட மிகமிக மும்முரமாக இயங்கியும்வரக் காண்போம்.

உதாரணமாகத் தண்ணீரை எடுத்துக்கொள்வோம். தண்ணீர் ஆவியாகமாறிப் புகைவண்டியை ஓட்டுகிறது; தண்ணீராக வெள்ளம் பாய்ந்து பயிரை அழிக்கின்றது; கடலில் பனிக்கட்டியாக உறைந்து கப்பலை உடைக்கிறது. ஆனல் ஆவி, நீர், பனி என்பன தோற்றத்தில் மாறுவனவே

அன்றிப் பொருளமைப்பில் மாறியவை அல்ல என்று நாம் அறிவோம். எந்தப்பொருளும் சூடு ஏற ஏற ஆவியாகும்; சூடு குறையக் குறைய நீர்போல ஓடிவழியும். நீரிப் பொருளாய்ப் பின் பனிக்கட்டிபோலக் கெட்டியான திணிப் பொருளாகும். எனவே சூடுநிலையின் வேற்றுமையாலேயே ஆவி, நீரி, கட்டி என்ற வேற்றுமை எழுகிறது எனலாம்.

சூடு ஓடி அலைந்து முட்டுதல்

சூடு என்பது என்ன? அணுத்திரளைகள் இயங்கும் போது ஒன்றோடொன்று உரசுதலால் சூடுபிறக்கின்றது. மிக விரைவாக அணுத்திரளைகள் இயங்குமானால், சூடு மிகுதியாகி ஆவியாக மாறும்நிலை வரும். எனவே ஆவி என்றால் அணுத்திரளைகள் மிகமிக மும்முரமாக இயங்கும் நிலையில் உள்ளது என்றே பொருள். சூடேறும்போது ஆவி அகன்று சுற்றும் முற்றும் பரவுகின்றது. அணுத் திரளைகள் விரைந்து ஓடி ஆடி அங்கும் இங்கும் இயங்கும் போது பரக்க இடமில்லையானால் ஒன்றோடொன்று முட்டிக்கொள்வதுமின்றி அடைத்துவைத்திருக்கும் பாத் திரத்தின் பக்கங்களையும் தாக்கிவரும். அதனால் இதன் அமுக்கம் அல்லது அழுத்தம் (*Pressure*) மிகுதியாகிறது. அழுத்தம் என்றால் அணுத்திரளைகள் ஓடி மோதிக்கொள் ளும் நெருக்கடியின் மொத்தநிலையேயாம். தொழிற்சாலை களிலும், பள்ளிக்கூடத்திலும் மாலையில் வேலைநிறுத்த மணி அடித்ததும் ஆட்களும் மாணவர்களும் ஒரே கூட்ட மாகக் கதவிடம் நெருங்கி மோதிக்கொள்வதனைப் பார்க்க வில்லையா? வேலை முடிந்ததும் வகுப்பிலிருந்து வெளி எல்லாம் ஓடிவந்தவர்கள் தெருவிற்போகும் கதவண்டை வந்ததும் நெருக்கடிக்கு உள்ளாகிறார்கள். அப்படித்தான் அணுத்திரளைகளும். சூட்டினால் ஓடி ஆடிப் புறப்பட்டுப்

பரவி இடமில்லாதபோது நெருக்கடியால் அழுத்தம்பெற்று நிற்பதும், மிதிவண்டியின் சக்கரத்திற்குக் காற்றடிக்கும் போது காற்றடிக்கும் பொறி (பம்பு *Pump*) சூடேறு வதனையும் அழுத்தம் ஏறுவதனையும் காண்கின்றோம் அன்றோ?

காற்றினுள்ளே

காற்று என்பது ஆக்சிஜன், நைட்ரஜன் முதலிய ஆவி களின் சேர்வை (கலவை அன்று). ஒருகட்டி செண்டிமீடர் *அளவுள்ள இடத்தில் (3×10^{16}) அணுத்திரளைகள் உண்டு எந்த ஆவியானாலும் சரி. எந்தப் பொருளின்

---

* நாட்டிற்கு நாடு அளவைகள் மாறுபடுகிறது. ஆனால் விஞ்ஞானிகள் பிரான்சில் வழங்கும் விஞ்ஞான முறைக்கு உகந்த அளவைகளையே பின் பற்றுகிறார்கள். மீடர் என்பது ஒரு அளவைக்கோல். ஏறக்குறைய 39 அங்குலம் நீளம் உள்ளது. அதில் 100 செண்டி மீடர் உண்டு.

10 மில்லி மீடர் — 1 செண்டிமீடர்
10 செண்டி மீடர் — 1 டெசி மீடர்
10 டெசி மீடர் — 1 மீடர்
10 மீடர் — 1 டெகா மீடர்
10 டெகா மீடர் — 1 ஹெக்டாமீடர்
10 ஹெக்டாமீடர் — 1 கில்லோமீடர்

இந்த முறையிலேயே நிறுத்தல் அளவையும், கிராம், டெகா கிராம், ஹெக்டா கிராம், கில்லோ கிராம் என்று பேசுவர். நம் வழக்கிலோ லட்சம், கோடி என்றெல்லாம் பேசும்போது பூஜ்ஜியங்களை எண்ணிக்கொண்டு பின்வந்து சேர்த்துப் படிக்கவேண்டி இருக்கிறது. மேற்கூறியவர்

ஆவியானுலும்சரி ஒருகட்டி செண்டி மீட்டர் அளவுள்ள இடத்தில் 3×10^{16} அணுத்திரளைகளே இருக்கும். இது இயற்கையிலுள்ள ஒரு வியப்பு. இதிலிருந்து அணுக்களின் எடை வேற்றுமையை அறிய இடமுண்டாவதனைப் பின்னர் காண்போம்.

களோ பூஜ்ஜியங்களை உடனே காட்டும்படியாக எழுதுகிற வழக்கத்தினை மேற்கொண்டு உள்ளார்கள். இது கணக்குப் போடுவதற்கு எளிது. 10^2 என்ருல் 10ஐப் பத்தால் மடக்கிப் பெருக்குவது. 10^3 என்ருல் 10ஐ மூன்று முறை மடக்கிப் பெருக்குவது. ஆதலால் $10 \times 10 \times 10$ ஆகும். இங்கு ஒரு நயம் ஏற்படுகின்றது. பெருக்கி அலையவேண்டாம். மேலே போடப்பட்டிருக்கும் எண் எத்தனையோ அத்தனை பூஜ்ஜியத்தினை ஒன்றன் (1) பின் எழுதினுல் சரியாகப்போகும். $10^1 = 10$; $10^2 = 100$; $10^3 = 1000$; $10^4 = 10000$ என்று காண்க. இதில் ஒருவியப்பு $10^0 = 1$. என்று பொருள். நீள பூஜ்ஜியங்களை எழுதிக் கொண்டே போவதனைவிட இப்படி எழுதுவது எளிதல்லவா ?.

பின்னக்கணக்கு:- இனிப்பின்னங்களையும் இப்படி எளிதாக எண்ணிவிடலாம். 10ன் மேல் உள்ள எண்ணின் முன் கழித்தற்குறி இருந்தால் அதனைத் தசபின்னம் என்பர். அதைப்பின் வருமாறு குறிப்பிடுவர். $10^{-1} = \frac{1}{10}$ (ஒன்றின் கீழே ஒன்றை எழுதி மேலே உள்ள எண்ணின் (–1) எண்ணிக்கைக்கு அளவான பூஜ்ஜியம் போடவும். உதாரணமாக 10ல் ஒன்று $\frac{1}{10} = 0{\cdot}1$ என்பதனை 10^{-1} என்று எழுதுவர். 100ல் ஒன்று $\frac{1}{100} = 0.01$ என்பதனை 10^{-2} என்று எழுதுவர். 1000ல் ஒன்று $\frac{1}{1000}$ — 0,001 என்பதனை 10^{-3} என்றெழுதுவர். 10000ல் ஒன்று $\frac{1}{10000} = 0{\cdot}0001$ என்பதனை 10^{-4} என்றெழுதுவர்.

அணுத்திரளின் ஓட்டம்

அணுத்திரளைகள் ஆவிப் பொருள்களில் இங்கும் அங்கும் அலைகின்றன என முன்னர்க்கண்டோம். சாதாரணக்காற்று நிலை அமுக்கத்தில் (atmospheric pressure) இவை விநாடிக்கு ஏறக்குறைய கால்மைல் தொலைவு வேகத்தில் செல்லுகின்றன. "சிறு குழையில் அகப்பட்ட ஆவி கால்மைல் தொலைவு எவ்வாறு ஓடும்?" எனக்கேட்கலாம். ஒரேகஜம் நீளமுள்ள இடத்தில் 880 முறைபோய்த் திரும்பினால் 1-மைல் நடந்ததாகும் அன்றோ? ஒவ்வோர் அணுத்திரளையும் $\frac{1}{2000}$ அங்குல தூரம்தான் போகும். ஆனால், விநாடிக்கு 5×10^{9} 5,000,000,000 முறை அவை பந்துகள் பந்தாட்டத்தில் தள்ளப்படுவதுபோலத் தள்ளப் படுகின்றன. அதனால் மொத்தத்தில் அவை இயங்கியது ($5,000,000,000 \times \frac{1}{2000}$) அங்குலம். சராசரி அரைமைலாகும்.

நீரிப் பொருள்

நீர்போல் உருகி ஓடுவனவற்றை நீரிப் பொருள்கள் (Liquids) என்பார்கள். தண்ணீரைத் தட்டில் ஊற்றி

— என்பது கழித்தற்குறி அது இங்குப் பின்னத்தைக் குறிக்கும். ($3 \times 10^{16} = 30,000,000,000,000,000$) இதனை முந்நூறுகோடி என்று வழங்குவோம். ஒரு தண்ணீர்த் தொட்டியில் எண்ணெய்த் துளியை விட்டால் அது பரவி ஓடுபோல் படியும். அந்த எண்ணெய் ஏட்டின்கனம் ($5 \times 10^{-}$) அங்குலம் எனப்பெரிரின் (perrin) என்பவர் கண்டார். அதை எழுதினால் $\frac{5}{10000000}$ அங்குல கனம் என வரும். எனவே இவ்வாறு எழுதுவதின் எளிமை விளங்கும்.

வைத்தால் மெல்ல மெல்ல ஆவியாகிறது. அதனால், தண்ணீரின் அளவு குறைந்துவரக் காண்கிறோம். மிக விரைவாக ஓடும் அணுத்திரளைகளே தண்ணீரின் மேல் பரப்பைக் கிழித்துக்கொண்டு அவ்வாறு ஆவியாகப்போய் விடுகின்றன. ஆவியாகப்போன அணுத்திரளைகள் சூடானவை ஆதலால் எஞ்சி நிற்பவை அந்த அளவுக்குச் சூடு குறைந்து இருக்கும். சூடு குறைந்து இருப்பதால் அணுத்திரளைகளின் வேகமும் குறைந்து இருக்கும். அணுத்திரளைகளைக் கட்டிவைப்பவர்கள் இல்லை. இருந்தாலும் சூடுநிலை குறைந்து இருப்பதால் மிகத் தொலைவு ஓடுவதற்கு இல்லை. ஓடுகின்ற பிள்ளைகள் ஓட்டம் ஓய்ந்து நிற்கிறார்கள். அவர்களை இறுக்கிப் பிடித்து அழுத்தி வையாமலே, ஓட்டம் ஓய்ந்ததால் விளையாடும் இடத்தில் வரிசையாக, ஓரளவில் அடங்கி நிற்கின்றார்கள்; ஒருவரோடு ஒருவர் பேசி அளவளாவுகின்றார்கள். பிரிந்து ஓடுவது குறைகின்றது. அதுபோலச் சூடு குறைந்ததும் அணுத்திரளைகள் ஒன்றோடொன்று கூடிக் கூலாவுகின்றன. ஒரு கவர்ச்சி ஆற்றல் அவைகளை ஒன்று திரட்டுகிறது. இதனாலேயே, நீரிப் பொருள்களைச் சிறுகச் சிறுக ஊற்றும்போது சிறு முத்து முத்தாக உருண்டைத் துளிகளாக ஒருங்கு திரண்டு விழுகின்றன.

புயலைத் தடுக்கும் ஏடு

நீரிப் பொருள்களின் மேற்பரப்பில் ஒரு இறுக்கம் அல்லது பிகுவு, அல்லது முறுக்குநிலை (*Surface Tension*) உண்டு. அதனாலேயே நீரிப் பொருள்கள் ஆவிப்பொருள்களைப்போல் எல்லாத் திசைகளிலும் பரவாது, ஆழாக்கு உழக்கு என்று குறித்த அளவிலேயே மாறாமல் கிடக்கின்றன. நீரிப் பொருள்களின் பரப்பின்மேல் அது ஏடு போலப் பரவ இதனாலேயே இடம் உண்டாகிறது. சவர்க்

காரத் தண்ணீரில் (*Soap Solution*) குமிழி (*bubbles*) எழுவதும் இதனுலேயே. தண்ணீரில் எண்ணெயை ஊற்றினுல் மிக மிக மெல்லிய ஏடாகப் பரவும். ஒரு அங்குலத்தினை ஒரு கோடியாகப் பிரித்து அதில் ஐந்து பங்கினை எடுத்தால் அது எவ்வளவு நுண்ணியதாக இருக்குமோ அவ்வளவு நுண்ணியதாக எண்ணெய் ஏட்டினை (*Oil film*) பெர்ரின் (*Perrin*) என்ற பேராசிரியர் பரப்பினுராம். அணுத்திரளையின் கனம் இந்த அளவைவிடச் சிறியதாக இருக்கவேண்டும் என்பது புலனுகவில்லையா? அணுத்திரளையின் குறுக்களவு $12{\cdot}5 \times 10^{-7}$ அங்குலம் என ஏற்படுகிறது. எண்ணெய்ஏடு இவ்வளவு நொய்தாஞலும் இது முறுக்கேறி நிற்கும். கடலிற் பெரிய சூருவளி சுற்றியடிக்கும்போது இவ்வாறு எண்ணெயை ஏடுபோலப் பரவ ஊற்றி விட்டால் அந்த இடத்தில் கடல் அமைதி ஆகிவிடும். அந்த ஏட்டினை ஊடுருவிச் செல்லச் சண்டமாருதத்தாலும் ஆவதில்லை. கடலின் நடுவேசெல்லும்போது இவ்வாறு எண்ணெயை ஊற்றிக் கப்பலை முழுத்தவரும் சண்டமாருதத்தினின்றும் தப்புவதுபழையகாலத்திலிருந்து தொன்று தொட்டுவரும் வழக்கமாதலினுல், ஆங்கிலத்தில் "*Pouring oil over troubled waters*" என்ற சொற்ரெடர் வழக்கத்தில் வந்துள்ளது. இங்கு நாம் காணவேண்டியது நீரிப் பொருள்களின், பரப்பு இவ்வாறு பிகுவு நிலையில் இறுக்கம் பெற்றுள்ளதால் ஆவியிற்போல அணுத்திரளைகள் இந்த மேற்பரப்பினைத் தாண்டிப் பரந்து போக முடியாமையால் நீரிப்பொருள் எப்போதும் ஒரே அளவில் இருக்கின்றது என்பதேயாம்.

கெட்டிப் பொருள்

ஆவிப்பொருளில் பரவும் ஆற்றல் மேலோங்கின்றது. நீரிப் பொருளில் பரவும் ஆற்றலும், ஒன்று கூடும்

ஆற்றலும் சரிநிகர் சமானமாக இருந்தன. அதனுலே ஆவியாக ஓடுவதும் இல்லை. கெட்டியாக இறுகுவதும் இல்லை. நீர்போல உருகி நெகிழ்ந்து ஓடும் நிலையே உண்டு. கெட்டிப் பொருளில் ஒன்றுகூட்டும் கவர்ச்சி ஆற்றலே மேலோங்கி விடுகிறது. அதனுல் அணுத்திரளைகள் ஒன்று கூடிக்கிடக்கின்றன. ஓடித்திரிந்த பிள்ளைகள் ஓடி ஓய்ந்ததும் தோட்டத்தில் பேசிச்சுற்றி வந்தபின் வகுப்பிற்குள் நுழைந்து தத்தம் இடங்களில் உட்கார்ந்து விடுகிருர்கள்; நிலையாக அமர்ந்து விடுகிருர்கள். இதுபோன்றதே கெட்டிப் பொருள்களது நிலை. ஆனுல் இந்தத் திணிப்பொருளின் கவர்ச்சிநிலை பொருளுக்குப் பொருள் வேறுபடும். கைத்தொழில் செய்கின்ற வகுப்பில் மாணவர் வகுப்புக்குள் இயங்குவதும், விஞ்ஞான செய்காட்சி (Laboratory) வகுப்பில் இயங்குவதும் சொற்பொழிவு கேட்கும்போது அசைந்து, அசைந்து, சாய்ந்து, சாய்ந்து இயங்குவதும், கட்டுரைவகுப்பில் எழுதும்போது அவ்வாறு அசையாது நிலையாக இருந்து எழுதுவதும் காணவில்லையா? . பலபல வகுப்புக்களில் மாணவர்களின் இயக்கம் மிக்கும் குறைந்தும் வருவதுபோலத்தான் பல பல கெட்டிப்பொருள்களிடையே அணுத்திரள்களின் கவர்ச்சிநிலை ஏறியும் குறைந்தும் தோன்றுகிறது. வெண்ணெய் விரைவில் உருகி வழியும். அரக்கு உருகுவது அதனைவிட அருமை. வைரமோ அவ்வாறு உருகியே வழியாது. வெண்ணெயில் அணுத்திரள்களைத் திணிக்கும் கவர்ச்சிநிலை குறைவு; அரக்கில் அதனைவிடமிகுதி; எல்லாவற்றிற்கும் மிகுதியான கவர்ச்சி நிலை வைரத்தில் விளங்குகிறது. வெண்ணெய் சிறு தீயில் உருகும்; அரக்கு உருக அதனிலும் பெருஞ் சூடு வேண்டும்; எனவே கவர்ச்சிநிலை குறையக் குறைய உருகி வழிவதற்கு வேண்டிய சூடுநிலையும் குறையும் என்பதாயிற்று.

அறையில் வானவில்

இந்தக் கெட்டிப்பொருள்களின் உள்ளமைப்பினைத் தெளிவாக அறிந்துள்ளோம். சூரியனது ஒளியை முப்பட்டைப் பளிங்குகொண்டு பார்த்தால் வானவில்லில் உள்ள ஏழு நிறங்களாகப் பிரிந்து நிற்கக் காண்கிறோம். ஒவ்வொரு பொருளும் எரிநிலையை அடையும்போது, ஒவ்வொன்றின் சுடரும் ஒவ்வொருவகையாக அமைந்து இருப்பதனைக் காண்கின்றோம். எப்படிக்காண்கிறோம்? முப்பட்டைப்பளிங்குகொண்டு ஒளியை உடைத்து அதன் பல வேறு வகைகளைப் பிரித்துக் காண்கிறோம். நெல்குத்தும் எந்திரத்தில் (மெஷினில்) இட்ட நெல்லானது எப்படி அரிசி, உமி, தவிடு எனப் பிரிபட்டு வெளியே வருகிறதோ அப்படியே முப்பட்டைப் பளிங்கின் உள்ளே சென்ற ஒளிக்கதிர் அதன் இரு முகங்களிலும் உடைபட்டு வெளியே வரும்போது நிறமாலையாக வெளிப்படுகிறது.

இக்கருவி மிக நுட்பமான பேதங்களை மிக எளிதில் காட்டாது. இதற்கு இன்னொரு கருவியும் உண்டு. அதன் பெயர் கீற்றுப்பளிங்கு கிரேடிங் (*Grating*) ஒரு உலோகத் தட்டு (*Speculeem plate*). அதில் மிகச்சிறிய அளவாகக் கீறல்கள் கீறப்பட்டு இருக்கும்; சுமார் அங்குலம்ஒன்றுக்கு *14,000* அல்லது *15,000* கீறல்கள் உண்டு. இந்தத் தட்டின்மீது ஜெலடின் வார்படம் ஊற்றிக் கொஞ்சம் உலர்ந்த பிறகு அதனை எடுத்துக் கண்ணாடியில் ஒட்டிக் கண்ணாடியில் கீறல் தெரியும்படி வைப்பார்கள். இதற்கு ஒளி ஊடுருவும் கிரேடிங் என்று பெயர். இவற்றினூடே பலவகைச் சுடரொளிகளையும் பாய்ச்சி வேற்றுமை கண்டார்கள் அவ் விஞ்ஞானிகள். ஒளியோ அலை அலையாகப் பரவுவது. ஒளி அலை மிகமிகச் சிறியதாகையால் அது உள்ளே புகும்

படியாக மிகமிகச்சிறியதாக இடையீடிட்டும் சேறவேண்டிய தாயிற்று. எக்ஸ்ரே (*X-Ray*) என்ற புதிர்க்கதிர் மிக மிகச் சிறிய ஒளி அலையுடையது. அவ்வளவு சிறிதாக இடையீடுவர வரிகளைக் கீறவே முடியாது. பளிங்குகள் அணுக்களால் ஆகியவை. அணுக்களுக்கு இடையிலுள்ள இடைவெளி மிகமிகச் சிறியது. இதன் வழியாகப் புதிர்க் கதிரினைப் பாய்ச்சி அதன் சிறப்பியல்பினை அறிந்தவர் லா (*Laue*) என்ற பேராசிரியர்.

அணுத்திரளைப் படம் பிடித்தல்

இதிலிருந்து ப்ராரி (*Sir William Brag*) என்ற பேராசிரியருக்கு ஒரு எண்ணம் தோன்றியது. சூரியன் காலையில் கரகர என்று கிழக்கில் எழுகின்றான். கடற் கரை அருகே ஒரு மண்டபம் – அம் மண்டபத்தின் மேற்கே அதன் நிழல் விழுவதனைக்கண்டு குழவிகள் விளை யாடுகின்றன. மண்டபத்தின் கால்கள் எல்லாம் இருளாக விழ, இடைவெளியெல்லாம் ஒளியாக நிழல்விழக் காண் கின்றன. கை கொட்டிச் சிரிக்கின்றன. இப்படியே பளிங்கினுள்ளே புதிர்க் கதிரைப் பாய்ச்சிப் புகைப்படம் எடுத்தால் என்ன தோன்றும்? அணுவில்லாத இடை வெளி எல்லாம் ஒளியாகப் படத்தில் விழும். அணு இருக்கும் இடம் எல்லாம் மண்டபத்தின் கால்போலக் கரும்புள்ளிகளாக விழும். அப்போது அந்தப் படத்தினைப் பார்த்ததும் பளிங்கில் அணுக்கள் எந்தவடிவில் அமைந் துள்ளன என்பது தெரியும் அல்லவா? மண்டபத்தின் நிழலிலிருந்து மண்டபத்தின் வடிவம், மண்டபத்தின் கால் களின் எண்ணிக்கை, ஒன்றற்கொன்றுள்ள தொலைவு முதலியவற்றை அறிவதுபோலப் பளிங்கின் புதிர்க்கதிர்ப்

படத்திலிருந்து அணுத்திரளைகளின் அமைப்பு, இடைவெளி, ஒன்றற்கொன்றுள்ள தூரம் முதலியன தெள்ளத் தெளிய விளங்குகின்றன. ஒவ்வொரு வகையான அணுத்திரளையும் ஒவ்வொரு சிறப்பு வடிவம்பெற்று விளங்குகிறது.

பின்னல் தையல்

அங்கே அணுக்களும் தோன்றுகின்றன. அவை ஒன்றினை ஒன்று தொடக்காணேம். அணுத்திரளை இயங்கிக்கொண்டே இருந்தாலும் அணுக்களிடையே ஒன்றற்கொன்றுள்ள இடைவெளி தூரம் மாறவே இல்லை. அதனுல் அணுத்திரளை எப்போதும் ஒரே வடிவினதாகத் தோன்றுகிறது. இங்கே கவர்ச்சி நிலை, அணுத்திரளை முழுதும் ஒன்றுபோல முழுவதிலும் பரவி நிற்கக்காணேம். அணுத்திரளையிலே கவர்ச்சி ஆற்றலானது, ஒரு சில இடங்களில் மட்டுமே ஒருமுகப்பட்டுத் தோன்றக் காண்கிரும். இருப்புப்பாலம் கட்டும்போது இரும்புச் சட்டங்களைக் குறிப்பிட்ட திட்டப்படி அமைத்து முடுக்குகின்றனர், எல்லாவற்றையும் ஒருவகையாக முடுக்குவதில்லை. அதேபோல அணுத்திரளைகள் சேரும்போதும் அவை ஒரே வகையாகச் சேருவது இல்லை. ஒரே வகையான அணுத்திரளைக்ள் பல பல வகையாகச் சேருவதனையும் காண்கிரும். கந்தகப் பளிங்கு இப்படிப் பலவகையாக அமைந்து விளங்கக் காண்கிரும். பல அணுக்கள் பலவாறு சேர்ந்து கலப்பதால் கஞ்சிப்பசையேபோல ஓர் அணுத் திரளையாக அமைந்து வரும்போது என்ன காண்கிரும்? பெண்கள் நூல்கொண்டு பலவகை வடிவங்கள் பின்னுவதுபோலப் பலவகையான பின்னல் அமைப்பாக அணுத்திரளைகள்

அமையக் காண்கிறோம். இத்தகைய அணுத்திரளைகள் கனமேயின்றி மிக மிக நுண்மையாக இருக்கக் காண்கிறோம். நம்முடைய உடல் உறுப்புக்களே இத்தகைய வியப்பினைக் காட்டுகின்றன. மயிர், கோழை, குருந்து முதலியன வியப்பிலும் வியப்புகளே ஆம். வேறு சில அணுத்திரளைகளிலோ, அமைப்பு என்று கூறத்தக்கது ஒன்றுமே காணேம். உலோகங்களில் அணுவே அணுத்திரளையாக நிற்கின்றது. அங்கே இத்தகைய அணுத்திரளை ஒன்றின்மேல் ஒன்ருக அடுக்கி நிற்கக் காண்கிறோம். அதனுலேயே உலகங்கள் கனமுடையனவாக விளங்குகின்றன. உலகத்தில் பலவகையான பொருள்கள் தோன்றுவது ஏன் என இப்போது தெளிவாகிறது. அணுக்களையும் அணுத்திரளைகளையும் எண்ணற்ற வகைகளில் வைத்து அமைக்க முடியும்; ஆதலின், எண்ணற்ற பொருள்களாக உலகம் தோன்றுகிறது.

ஒவ்வொன்றிற்கும் ஒவ்வொரு வடிவம்

அணுவோ அணுத்திரளையாகப் பிணைகிறது. அணுத்திரளையோ பளிங்கு பளிங்காகப் (*Crystal*) பிணைந்துகொண்டு கொத்துக் கொத்தாக வளர்கிறது. உப்பினைத் தண்ணீரில் கரைத்துத் தட்டில் ஊற்றி வைத்துவிட்டால் சிறிது சிறிதாகத் தண்ணீர் ஆவியாகப் போகப்போக உப்புக்கட்டிகள் இயற்கையாக வளர்ந்துவரும். இவ்வாறு பலவகைப் பொருள்களையும் கரைத்து அவற்றின் இயற்கைப் பளிங்குகளை வளரவிடலாம். இதனுல் என்ன தெரிகிறது? ஒவ்வொரு பொருளுக்கும் தனித்தனியே ஒவ்வோர் அமைப்புண்டு. ஒவ்வொரு உறுப்பும் அந்த அந்த அமைப்பின் வடிவத்திற்கு ஏற்பச் சமைந்துவரும். சுவரில் ஒரே பூவோ, பல பூக்களோ உள்ள காகிதங்களை

ஓட்டிக்கொண்டே வருகிறார்கள். என்ன காண்கிறோம்? அடுத்து அடுத்து ஒரு பூவோ, பல பூக்களோ ஒரு குறிப் பிட்ட கோல் அமைப்பிற்கு ஏற்ப வந்துகொண்டு இருக்கக் காண்கிறோம். அப்படித்தான் ஒவ்வொரு பொருளின் பளிங் கிலும் அணுக்களின் கோலம் அந்த அந்தப் பொருளுக்கு ஏற்பச் சிறப்பாக அமைந்து திரும்பத் திரும்ப வரக்காண் கிறோம். பளிங்கு நிலையில் இல்லாது குழம்பிக்கிடக்கும் சில கெட்டிப் பொருள்களும் உள்ளன என்று கூறுவதோடு இந்தப் பேச்சினை நிறுத்திக் கொள்வது நல்லது.

மிட்டாய்க்கடை

இவ்வளவுங் கூறியதால் அணுக்கள் பொருள்களில் எப்படி அமைந்துள்ளன என்பது ஒருசிறிது விளங்கி இருக்கும். மிட்டாய்க்கடையில் இலட்டு, ஜிலேபி, மைசூர்ப் பாக்கு, பத்தாசு முதலியவற்றை அடுக்கி வைத்து இருப் பதனைப் பார்த்து இருக்கிறோம்; நாவில் நீர் ஊறக் குழந்தை களாகப் பார்த்து இருக்கிறோம். "நாட்டுப் புறத்தான் மிட்டாய்க் கடையை விறைத்துப் பார்த்தான்" என்பது பட்டணத்துப் பழமொழி. நாமும் அணுக்களாய் அமைந்த மிட்டாய்க் கடையை விறைத்துப் பார்க்க வேண்டியது தான். மிட்டாய்க் கடையில் (செங்கல்களை அடுக்குவது போல) சருக்கரைக் கற்களை அடுக்கி வைத்திருப்பதைக் காண்கிறோம். இவை விற்க அல்ல; மிட்டாய்க் கடை என்று காட்டவே அவை இருக்கின்றன. சருக்கரைப் பலகை அடுக்கு, இலட்டு அடுக்கு, பத்தாசு அடுக்கு என்ற இவற்றினைக் கண்டாலேயே "இந்த அடுக்கு கெட்டியாக இருக்கும்; இந்த அடுக்கு தொட்டதும் விழுந்துபோகும், இதில் செறிவே இல்லை" என்று கூறிவிடலாம்.

மிட்டாய் அடுக்கு

மிட்டாய்க் கடையிலுள்ள அடுக்குகள்போலத்தான் அணு அடுக்குகளும் அமைந்துள்ளன. கரி என்ற தனிப் பொருளை எடுத்துக் கொள்ளலாம். இதில் நிலக்கரி என்ற கரிவகை உண்டு. க்ராபைட் (*Graphite*) என்ற எழுது கரி வகையும் உண்டு. இதனை எழுதுகோலாகப் பயன் படுத்துகிறோம். அடுப்புக் கரிவகையும் உண்டு. மற்றொரு இயற்கை அற்புதமாக வைரம் என்பதும் ஒரு கரி வகை யாகவே அமைந்து உள்ளது. வைரத்தினை எரிக்கும் வகையில் எரித்தால் அது எழுதுகரியாக மாறக்காண்போம். தண்ணீர் பனிக்கட்டியாக இறுகியும், தண்ணீராக ஓடியும், நீராவியாகப் பரவியும் வரும் வேற்றுமைபோன்றது இந்தக் கரி வகைகளின் வேற்றுமையும். இலட்டு அடுக்கு, ஜிலேபி அடுக்கு, பத்தாசு அடுக்கு முதலியவற்றைப்போல இவற்றி லுள்ள கரியணுவின் அடுக்கும் வேறுபட்டு இருக்கும். இலட்டு இறுக்கமாய் உள்ளது; வைரமும் இப்படிச் செறிவாக அமைந்துள்ளதேயாம். ஆனால் எழுது கரியோ வழுவழுப்பாகப் பொசுபொசு என்று செறிவின்றிக் கிடக் கின்றது; இது பத்தாசு அடுக்குப்போல இருக்கின்றது எனலாம். இவ்வளவு நெகிழ்ச்சியுமின்றி, வயிரம்போலச் செறிவுமின்றி, ஜிலேபி அடுக்குப்போல இருப்பது நிலக்கரி எனலாம். நிலக்கரியிலும் பலவகை உண்டு. ஜிலேபியையும் நெருக்கமாக அடுக்கலாம்; விட்டு விட்டு அடுக்கலாம். நிலக்கரிகளிடையே தோன்றும் வேற்றுமையும் இப்படிப் பட்ட அடுக்கு வேற்றுமையேயாம். இலட்டு, ஜிலேபி முதலியவற்றை எப்படி அடுக்கினாலும் இடையிடையே இடைவெளி இருந்தே தீரும். அதேபோல அணுக்களை எப்படி அடுக்கினாலும் அணுக்களினிடையே இடைவெளி

இருந்தே தீரும். இந்த இடைவெளி அமைப்பு அந்த அந்தப் பொருளுக்கு ஏற்ப வெவ்வேறு வகையாக இருக்கும். அந்த அந்தப் பொருளில் அந்த அந்த வகையாகவே இருக்கும். அதாவது பொருளுக்குப் பொருள் வேறுபடும் என்றபடி. இந்த மிட்டாய்க்கடை உவமை கொண்டே ஆவிப்பொருள், நீரிப்பொருள், கட்டிப்பொருள் முதலானவற்றின் அமைப்பையும், பளிங்கு பளிங்கல்லாதவை என்றவற்றின் அமைப்பையும் சிறிது வாயினிக்கப் பேசி அறிந்து மகிழலாம்.

---

3. மின்னில் விளங்கும் எண்ணும் எடையும்.

மின்சார ஊழி

இருபதாவது நூற்ருண்டு மின்சார நூற்ருண்டு. இன்றைய உலகம், மின்சார உலகம். மின்சாரம் இல்லையானல் நம்பாடு என்ன? சென்ற போரின்போது தெருக்கள் எல்லாவற்றிலும் விளக்கை அணைத்து விட்ட (*Black out*) காலத்தில் நாம் இருட்டில் என்ன என்ன பாடுபட்டோம் என்பதை நாம் அறிவோம். மின்சாரம் இல்லையானல் வெய்யில் காலத்தில் வேலை செய்கின்றவர்கள் சுகமாக வேலை செய்ய விசிறி எங்கே? மின்சாரத்தால் தண்ணீரை இறைத்து நெல்லை விளைத்து, அந்த நெல்லைப் பின்னர் உமி போகக் குத்தி நொய்யாகவும் மாவாகவும் ஆக்கித்தரும் எந்திரங்கள் எங்கே? குளிர் பனி நிலையில், கோடையிலும் வீட்டை அமைப்பன (*Air Conditioning*) எங்கே? வானெலி எங்கே? டிராம் வண்டி, மோட்டார், மின்சாரவண்டி, தந்தி, தபால். ரேடியோ இன்னும், பல பல அன்ருடைய அமைப்புகள் எங்கே? இன்று மின்சாரம் சமையல் செய்யவும், துணி துவைக்கவும், பால் கறக்கவும், மயிரை அழகாக வெட்டிச் செம்மைப்படுத்தவும், இன்னும் பல வகையிலும் உதவி வருகிறது. மின்சாரம் இல்லையானல் இந்த நாகரிக உலகமே இல்லை எனலாம்.

மின்னுலகம்

உண்மை என்ன? உலகமே மின்சாரம். இன்றன்று, நேற்றன்று; என்றுமே தான். மின்சாரம் மின்னலில் பளிச்செனத் தோன்றுவதுபோலச் சில விடத்தே புலப் படத்தோன்றுகிறது. ஆனல், அது எங்கும்தான் இருக் கிறது. அணுவெல்லாம் மின்சாரத் துகள்களால் ஆகியதே. இது தான் இந்த நாளைய உண்மை.

அங்கு ஆணும் பெண்ணும்

நம் வீட்டில் மின்சார அமைப்பில் சிறிது உற்று நோக்கி இதனைப் பற்றி அறிந்துகொள்ள முயலுவோம். இரண்டு கம்பிகள் அமைந்திருக்கக் காணலாம். இரண் டும் சேர்ந்தால்தான் மின்சார சக்தி வெளிப்படுகிறது; விளக்கு எரிகிறது; விசிறி வீசுகிறது; வானெலிப் பாட்டும் கேட்கிறது; திரைப்படம் தெரிகிறது; மின் வண்டி ஓடுகிறது. ஒரு கம்பியை எதிர்மின்கம்பி என் கின்றனர். மற்ருென்றினை நேர்மின்கம்பி என்கின்றனர். நேர் எதிர் என்ருல் ஒன்றற் கொன்று மாறுபடுகிறது என்பதே பொருள். மின்சாரம் மின்னிகளின் ஓட்டமே யாம். மின்னி என்று மின்சாரத்துகள்களுக்கு அதாவது மின்சாரப் பரமாணுவுக்குப் பெயர். அவ்வாறு மின்னிகள் ஓடும்போதுதான் மின்சாரம் வெளியாகிறது. நிறை குடத்தில் தண்ணீர் ஊற்ற முடியுமா? குறை குடத்தில் தான் ஊற்ற முடியும். மிகுதி வழியும். குடத்திலிருந்து குறை குடத்தில் ஊற்றுவது வழக்கம். அதுபோல மின் னியும் மிகுந்து நிற்கும் இடத்திலிருந்து குறைவான இடத் திற்கெ ஓடும். மின்னி வழியும் கம்பியே எதிர்மின்கம்பி; மின்னி குறைந்த கம்பியே நேர்மின் கம்பி. ஆண்கள்

மிக்க கூட்டம் பல; பெண்கள் மிக்க கூட்டம் பல-இவர்கள் காட்டில் வாழ்கின்ருர்கள். ஒரு கூட்டத்தில் மணம் செய்துகொள்ளப் பெண்கள் இல்லே; பல ஆண்கள் மண மற்றுக் கிடக்கின்றனர். மற்ருேரிடத்தில் மணம் செய்து கொள்ள ஆண்கள் இல்லே. பல பெண்கள் மணமற்றுக் கிடக்கின்றனர். ஆண்மிக்க கூட்டம் ஆண்மிக்க கூட்டத் தோடு சேருமா? சேராது, வேறிடம் தேடி ஓடும். பெண் மிக்க கூட்டம் பெண்மிக்க கூட்டத்தோடு சேருமா? சேராது. வேறிடம் தேடி ஓடும். ஆண்மிக்க கூட்டம் பெண்மிக்க கூட்டத்திேைடு சேர்ந்து ஒன்ருகும்; பெண் மிக்க கூட்டம் ஆண்மிக்க கூட்டத்திேைடு சேர்ந்து ஒன்ருகும். ஆண்மிக்க கூட்டம் என்ருல் என்ன? - பெண்கள் குறைந்த கூட்டம் என்று தானே பொருள். அதுபோல நேர் மின்கம்பி என்ருல் என்ன? எதிர்மின்னி குறைந்த கம்பி என்றே பொருள். எதிர்மின்னி மிக்க கம்பி எதிர்மின்னி மிக்க கம்பியோடு சேராது. வெறுத்துத் தள்ளும். எதிர்மின்னி குறைந்த கம்பி எதிர்மின்னி குறைந்த கம்பியோடு சேராது. அதாவது நேர்மின்கம்பி நேர்மின் கம்பியோடு சேராது. எதிர் மின்னி குறைந்த கம்பியோடு எதிர்மின்னி மிகுந்த கம்பி ஒருங்குசேர விரைந்து ஓடும். எதிர்மின்னி மிகுந்த கம்பியோடு எதிர் மின்னி குறைந்த கம்பி ஒருங்குசேர விரைந்து ஓடும். எதிர் மின்னும் நேர் மின்னும் ஒரே அளவில் இருந்தால் மின்சாரம் தோன்ருது. அங்கு மின்சார சக்தி பாய்வ தில்லே. அதாவது மின் ஊட்டம் எழுவதில்லே (*Charge*). எதிர்மின்னி மிக்கு இருந்தால் எதிர் மின் ஊட்டம் (*Negative Charge*) தோன்றும். எதிர் மின்னி குறைந்து இருந்தால் நேர்மின் ஊட்டம் தோன்றும் (*Positive Charge.*)

கொட்டாதது ஏன்?

பொருள்கள் அணுவால் ஆகியவை. அணு மின்சாரத்தால் ஆகியது. எனவே உலகத்துப் பொருள்கள் எல்லாம் மின்சாரத்தால் ஆகியவை எனத் தெரிகிறது. விளக்குக்காகப் போட்ட மின்சாரக் கம்பியில் கையை வைத்தால் தேள் கொட்டுவதுபோல ஒரு நடுக்கம் உண்டாகி உடலில் மின்சாரம் பாய்ந்து நம்மைக் குலுக்க வில்லையா? மின்சாரமயமான இந்த உலகத்துப் பொருள்களைத் தொட்டால் அப்படி ஒன்றும் காணோம். மின்சாரம் இல்லை என்போமா? உண்டு என்றுதான் சொல்வோம். "நேர் மின் ஆற்றலும் எதிர்மின் ஆற்றலும் ஒரே அளவில் இருந்தால் மின் ஊட்டம் எழாது. மின்சாரம் புலப்பட்டுத் தோன்றாது" என்று கூறினோம் அன்றோ? இதற்கேற்ப அணுவிலும் சமநிலையில் நேர் மின்னூட்டமும் இன்றி எதிர்மின்னூட்டமும் இன்றி விளங்குவதால் மின்சாரம் புலப்படத் தோன்றுவதில்லை. நம்கையை வைத்தாலும் தேள் கடுப்புப் போல நோவெடுப்பதில்லை. ஆகவே, அணுவில் நேர் இயல் மின்னியும் (*Protons*) எதிர் மின்னியும் (*Electrons*) சரிநிகர் சமானமாக இருக்கின்றன என்பதாயிற்று. பூவை இதழ் இதழாகப் பிரிப்பதுபோல அணுவை மின்னிகளாகப் பிரிக்கலாம். எதிர் மின்னாற்றல் பெற்ற எதிர் மின்னிகளே மின்சாரப் பரமாணு என்றோம்.. இதற்கும் சிறியதோர் அளவினை விஞ்ஞானம் இதுவரை அறியவில்லை. இது புலப்படத் தோன்றாது இருக்கவேண்டுமானால் இதற்கேற்ற எடையும் மின்னூட்டமும்பெற்ற நேர் இயல் மின்னியும் இருக்கவேண்டும். ஓர் அணுவில் ஒரு நேர் இயல் மின்னி இருந்தால் ஓர் எதிர் மின்னியும் இருத்தல்வேண்டும். இரண்டு எதிர் மின்னி இருந்தால் இரண்டு நேர் இயல்

மின்னி இருக்க வேண்டும். அப்போதுதான் அணு மின் ஊட்டமின்றிச் சம நிலையில் இருக்கும். இப்படி அணுக் கள் சம நிலையில் இருப்பதால் அன்றோ பொதுவாகப் பொருள்களைத் தொடும்போது தேட்கடுப்பு எடுப்பதில்லை.

அண்டமே பிண்டம்

அணுக்கள் மின்களால் அமைந்தவை என்றால் மின்னி கள் எவ்வாறு அணுக்குள்ளே வீற்றிருக்கின்றன? அண் டத்தினைப் பற்றி நாம் அறிந்துள்ளதனை நினைப்பூட்டிக் கொண்டபோதுதான் மின்னிகளின் அமைப்பு தெளிவாக விளங்கத் தொடங்கியது. "அண்டத்தில் போலத் தான் பிண்டத்திலே" என்று ஒரு பழமொழி நமது நாட்டில் வழங்கி வருகிறது. இந்தப் பழமொழியின் உண்மை அணு ஆராய்ச்சியில் விளங்குவதனை நாம் அறிந்து மகிழ லாம். அறிந்ததுகொண்டுதானே அறியாததனை விளக்க வேண்டும். "அணு எப்படி இருக்கிறது?" என்றால் 'அண்டங்கள் போல" என்போம். "அண்டங்கள் எப் படியோ" என்றால் "நட்சத்திரங்கள் போல" என்போம். "நட்சத்திரங்களை எப்படியோ" என்றால் "சூரிய குடும்பம் போல" என்போம். இவை எல்லாம் உவமைகளே.

சூரிய குடும்பம்

சூரிய குடும்பத்தில் என்ன காண்கிறோம்? நடுவே சூரியன் இருக்கிறான். சூரியனைச்சுற்றிப் பல பல மண்ட லங்களில், புதன், வெள்ளி, பூமி, செவ்வாய், வியாழன், சனி, யுரேனஸ், நெப்டியூன், புளூடோ முதலிய கோள்கள் சுற்றிச் சுற்றி வருகின்றன. இந்தச் சூரிய குடும்பம் போன்றதே அணுவும். சூரியன் எவ்வளவோ பெரியது!

பூமியோ எவ்வளவோ சிறியது! இப்போது அணுவில் எதனைச் சூரியன் எனலாம், எதனைப் பூமி எனலாம்? அணுவிலும் மிகச்சிறிய எதிர் மின்னியும் அதனைவிட ஏறக்குறைய 1840 மடங்கு (ப்ரோடான்)பெரிய நேரியல் மின்னியும் இருக்கின்றன அன்றோ? ஆதலின், நேரியல் மின்னியைச் சூரியன் எனலாம்; எதிர்மின்னியைப் பூமி எனலாம்.

சுழற்சி பிறந்தது

சூரியனைப் பூமி சுற்றிச்சுற்றி வருகிறது. நேரியல் மின்னியை எதிர் மின்னியும் சுற்றிச்சுற்றி வருகிறது. நேரியல் மின்னியும் எதிர் மின்னியும் ஒன்று ஒன்றனில் ஓடிப்பாயும் என்றேம். அப்படியானல் ஒன்று ஒன்றனைக் கட்டித்தழுவி ஒன்ருகிவிடாதா? சூரியன் பூமியைக் கவர்ச்சி ஆற்றலால் இழுக்கின்ருன், ஆனல், பூமி சூரியனில் விழுந்து விடுகிறதா? இல்லை. ஏன்? பூமி சூரியனைச் சுற்றி ஓடிக்கொண்டே இருப்பதால், அந்தச் சுழற்சியின் பயனுகச் சூரியனுக்கு வெளிப்புறமாக வீசப்படுகிறது. கயிற்றின் ஒருமுனையில் சாவியைக்கட்டி விரலில் மற்ருெரு முனையைச் சுற்றிக்கொண்டு குழவிகள் இதனைச் சுழற்று வது நினைவிற்கு வருகிறது. சுழற்றச் சுழற்றச் சாவி விரலுக்கு அருகாமையில் இருந்தது தொலைவில் செல்லு கிறது இங்குச்சுழற்சியால் புறமுக ஆற்றல் (*Centrifugal Force*) சாவியை வெளியே தள்ளுகிறது. வெளியேபோய் விடாதபடி கயிறுபிடித்து விரலுக்காகவலித்து இழுக்கிறது, அப்படியே பூமி சுழலும்போது புறத்தே எறியப்படுகிறது. சூரியன் உள்ளுக்கு இழுக்கிருன். இந்த இரண்டு சக்திக்கும் இடையே பூமி இருந்த இடத்திலே தன்வட்ட வழியைவிட்டு பிறழாமல் சுழன்று வருகிறது. அப்படியே அசைவிலும்

எதிர் மின்னி தன் வட்டத்தில் சுற்றி வரும்போது புறமுக ஆற்றலால் தள்ளப்படும்போது அகமுகக் கவர்ச்சி அதனை உள்ளுக்கு இழுப்பதால் சமநிலையில் நின்று தன் வட்ட வழியே சுழன்று செல்லுகிறது. அதனாலேயே நேர்மின்னியில்போய் விழுவதில்லை.

கோள்களும் கருவும்

நடுவில் இருக்கும் நேரியல் மின்னியைச் சூரியன் என்று வழங்குவதில்லை அதனை அணுவின் உள்ளிடமாம் கரு (*Nucleus*) என வழங்குவர். புறத்தே சுழல்வனவற்றினை கோள்நிலை எதிர் மின்னிகள் (*Planetary Electrons*) என வழங்குவதுண்டு. பூமியைச்சுற்றிச் சந்திரன்மட்டும் தான் சுழல்கின்றான். அதுபோல ஒரே நேரியல் மின்னியைச் சுற்றி ஒரே எதிர் மின்னி சுழன்று வருவதும் உண்டு. ஹைட்ரஜன் (நீரிய) அணுவில் இப்படித்தான். ஒரு நேர் மின்னியும் ஒரு எதிர் மின்னியும் உள்ளனவாம். சூரியனைச் சுற்றியோ பல கோள்கள் சுழன்று வருகின்றன. அதுபோலப் பல அணுக்களில் கருவினைச்சுற்றிப் பல எதிர் மின்னிகள் சுற்றி வருகின்றனவாம்.

மின்னூட்ட வளர்ச்சியே உலக வளர்ச்சி

ஓர் எதிர் மின்னி இருந்தால் ஓர் மின்னூட்டம் (*Electric charge unity*) என்றோம். இரண்டு இருந்தால் இரண்டு மின்னூட்டமாகும். மின்னூட்டமாவது மின்சாரம் பாயும் அளவு. ஒவ்வோர் எதிர்மின்னியாக எண்ணிக்கை வளரவளர மின்னூட்டமும் ஒன்றொன்றாக வளர்ந்துகொண்டேபோகும். கோள்நிலையாகச் சுழன்று வரும் எதிர் மின்னிகள் ஒன்றிலிருந்து படிப்படியாக

92 வரையிலும் உயர்ந்துகொண்டேபோகின்றன. இதனுலேயே அணுக்களின் வகையும் 92 ஆயிற்று. இவற்றின் ஊட்டமும் அவ்வாறே வளர்ந்துகொண்டேபோகின்றது. அணுக்கள் பலவகையாகக் காணப்படுவது இந்த மின்னூட்ட எண்ணிக்கையின் வேறுபாட்டாலேயாகும். இயற்கையில் இது ஒரு வியப்பு அன்ருே? மிகமிகச் சிறியதாகிய மின்னி ஒன்று சேருவதாலே ஒரு அணு வேறு அணுவாக மாறுகிற அற்புதத்தினை எப்படி விளக்குவது? இதனுல் பொன்னும் – மண்ணும் (*Silicon*) ஒன்ருகிறதன்ருே? மின்னிகள் வேறுபாடு ஒன்றுதவிர வித்தியாசம் அங்கு ஒன்றும் இல்லையே.

என்னே உயிர்நிலை !

ஆனுல், அணுவோ மின்னூட்டம் வெளிப்படாது சமநிலையில் இருக்கிறது. ஆதனுல், எதிர் மின்னூட்டத்தினைச் சமநிலையாக்க நேர் மின்னூட்டமும் இருக்க வேண்டும். ஆதலின் எதிர்மின்னி ஒன்றிலிருந்து 92 வரை மிக்கு, 92 வகை அணுக்களைப் படைத்துவரும்போது அங்கங்கே அவ்வப்போது நேரியல் மின்னியும் ஒன்றிலிருந்து 92 வகைமிக்கு வந்தாலன்ருே எதிர்மின்னூட்டத்தினைத் தத்தம் நேர் மின்னூட்டத்தால் சரிப்படுத்த முடியும்? எத்தனை நேர் இயல் மின்னி உண்டோ அத்தனை எதிர் மின்னியும் இருக்கும். எனவே அணுக்களின் பெயர்களை உருப்போட்டு அலையவேண்டியது இல்லை. நேர் இயல் மின்னியின் எண்ணிக்கையைக்கொண்டே அணுக்களுக்கு 1, 2, 3, 4 என நெடுக 92 வரை சென்று ஏற்றபெயர் இடலாம். 88 என்ருல், 88 நேர் இயல் மின்னிகளை உடைய அணு; அதாவது ரேடியம் எனலாம். சிறையில் உள்ளவர்களை எண்களைக்கொண்டே அழைப்பதுபோன்ற

முறையாகும் இது. ஆனால், சிறையில் எண்களை வழங்கு வதற்கும் சிறையாளியின் இயல்புக்கும் ஒரு பொருத்தமும் இல்லை. ஆனால் அணு எண்கொண்டு அணுக்களுக்குப் பெயரிடும்போது குறிப்பிட்ட அணுவிற்கும், அந்த எண் ணிற்கும் உயிர்க்கு உயிரான தொடர்பு உண்டு. அந்த எண்ணே அந்த அணுவில் உள்ள நேர் இயல் மின்னியின் எண்ணிக்கை. அம்மட்டுமா? அந்த எண்ணே அந்த அணுவிலே கோள்நிலையில் சுற்றிவரும் எதிர்மின்னிகளின் எண்ணிக்கை. அந்த அணுவின்கருவில் ஒடுங்கிக்கிடக்கும் நேர் மின்னூட்டத்தின் எண்ணிக்கையையும் அந்த எண் சுட்டவில்லையா? அணுவின் உண்மையை எல்லாம் விளக்கி வைக்கும் மந்திரமாகவே இந்த அணு எண்ணினைக் கொள்ளவேண்டும். ஒன்று இரண்டு என வரிசைப்படுத்த உதவுவதால், "அணுவெல்லாம் அடிப்படையில் ஒரு தன்மையனவே" என விளங்குகிறது. "மின்னூட்டத் தின் அதாவது மின்னிகளின் ஏற்றக்குறைவே வேற் றுமைக்கு அடிப்படை. இவற்றினை ஏற்றவும் குறைக்க வும் முடியுமானால் ஓர் அணுவை வேறு ஓர் அணுவாக் கலாம். செம்பைப் பொன்னாக்கலாம்; இரசவாதம் செய்ய லாம்" என்னும் ஓர் எண்ணத்தினை இந்த எண்களே கிளப்பிவிடுகின்றன. இந்தப் பேராசையைச் சிறிது அடக்கிவைத்துக்கொண்டு மேலே செல்வோம்.

எடை

92 அணுக்களும் படிப்படியாக ஒவ்வொன்றாக ஒவ் வோர் நேர் இயல் மின்னி மிகுதிப்பட்டேவர அமையும் என்றோம். எதிர் மின்னியைவிட, நேர் இயல் மின்னியே 1850 மடங்கு எடை மிக்கது என்றோம். இவ்வளவு எடையை நோக்க எதிர் மின்னியின் எடையைப் பொருட்

படுத்தாமலே விட்டுவிடலாம். 92-வது அணுவிலும் 92 எதிர்மின்னி இருக்கும். 92×1850 எடையாக நேர் இயல் மின்னிகள் இருக்குமானால், எதிர் மின்னியைக் கணக்கில் கொண்டாலும் ஒருமாறுதலும் ஏற்படுவதில்லை. ஆதலால் நேர் இயல் மின்னிகளின் எடையைமட்டுமே கணக்கிடுவது வழக்கமாக இருக்கின்றது. 92 அணுக்களும் நேர் இயல் மின்னிகளின் எடைக்கு ஏற்ப ஒவ்வொன்றாக ஏறிக் கொண்டேவரும் எடையையும் கண்டு அறிந்துள்ளோம். ஆவியாக இருக்கும்போது ஒவ்வொரு கட்டி சென்டி மீடரிலும் 3×10^{16} அணுத்திரளைகளே இருக்கும் என முன்னரே கண்டோம். இப்படி அணுத்திரளைகள் எண்ணிக்கையில் ஒத்து இருந்தாலும் எடையில் வேறுபடக் காண்கிறோம். ஒவ்வொருபொருளின் எடையையும் அதிலுள்ள அணுத்திரளையின் எண்ணிக்கையால் வகுத்தால் அணு எடை வரும். வெவ்வேறு பொருள்களில் உள்ள அணுத்திரளைகளின் எடை வெவ்வேறாகும் என்பது அவ்வவற்றின் சிறப்பியலைக் குறிக்கும் அன்றோ? இங்கே எதனைப் பொது அளவை எடையாகக் கொள்ளுவது? (சாதாரண பொருள்களின் எடையைக் காண ஒரு கட்டி சென்டி மீடர் தண்ணீரின் எடை ஒன்று எனக் கொண்டு அதனையே பொது அளவையாகக் கொள்கிறோம் (*Standard unit*). ஆக்ஸிஜன் என்ற பிராணவாயுவின் எடை 16 என்றால் பிறபொருள்களின் எடை என்ன ஆகும் என்று கணக்கிடுவது எளிதாக இருந்தது. இவ்வாறு கணக்கிட்டதில் கரியின் அணு எடை 12. சோடியத்தின் எடை 23 எனத் தராதர எடைவந்தது. நாம் முன்காட்டிய யந்திரத்தில் அணு எடை என்பது இப்படி ஆக்ஸிஜனை 16 எனக் கொண்டு அதற்கு ஏற்ற வீதத்தில் பிற அணுக்களின் எடை என்ன ஆகும் என்று கணக்கிட்டதேயாகும்.

கோளாறு

நேர்இயல்மின்னிகளின் எண்ணிக்கையைக்கொண்டே அணு எண்களை வழங்குகிருேம். அவற்றின் எடையும் நேர் இயல் மின்னியைப் பொறுத்ததே. ஆகையால், ஒன்று என்ற எண்ணுள்ள அணுவின் எடை ஒன்ருனல் இரண்டாம் அணுவின் எடை இரண்டாகத்தானே இருக்க வேண்டும்? ஆனல் ஹிலியம் என்ற இந்த இரண்டாவது அணு எண்ணின் எடை 4 என்று கண்டுள்ளது. இப்படியே நெடுகச் செல்லச்செல்லக் காண்கிருேம். ஏன் இந்தக் கோளாறு? எண்ணுக்கும் எடைக்கும் வேற்றுமை எதனுல்?

பொது இயல் மின்னி

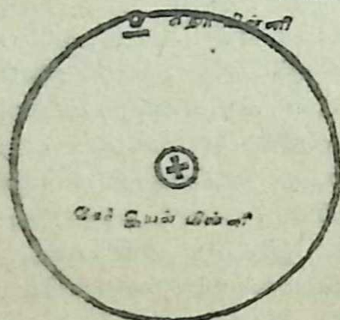
இதுவரை நேர் இயல் மின்னி (*Proton*) எதிர்மின்னி (*Electron*) என்பனவற்றைப்பற்றிக் குறித்தோம். இனி மற்ருெருவகையான மின்னியைப்பற்றிக் குறிப்பிட வேண்டும். நேர் இயல் மின்னியும், எதிர் மின்னியும் ஒன்றனை ஒன்று கட்டித் தழுவிக்கொள்ளும். அணுவில் அவ்வாறு நிகழாது இருப்பது எதிர் மின்னி சுழன்றுவரும் போது எழும் புறமுக ஆற்றலால் என்ருேம். அப்படிச் சுற்ருதநிலையில் புறமுக ஆற்றல் எழ இடம் இல்லை. ஆதலின் நேர் இயல் மின்னியும், எதிர்மின்னியும் பிணைந்து ஒன்ருய்ப்போகும். ஆனல் அங்கே நேர்மின் ஊட்டமும் எதிர் மின் ஊட்டமும் பிணைந்து இருப்பதால் அதனைப் பொது இயல் மின்னி (*Neutron*) என்ற புதுப்பெயர் கொண்டே அழைக்கவேண்டும். இதற்கு மின் ஊட்டம் இன்மையால் அதனை நேர் இயல் மின்னியும் கவர்வதில்லை; எதிர் மின்னியும் கவர்வதில்லை; வெறுத்துத் தள்ளுவதும்

இல்லை. இதன் எடை என்ன? நேர் இயல் மின்னியும், எதிர் மின்னியும் சேர்ந்ததாகிய இதன் எடை நேர் இயல் மின்னியின் எடை என்றே சொல்லவேண்டும். எதிர் மின்னியின் எடை மிகச் சிறியதாதலின் பொருட்படுத்த



எதிர் மின்னி மிக வேகமாய்ச் சுழன்றும் அதன் ஆற்றல் மிக மிகக் குறைவது ஏன்? அதன் எடை மிகச் சிறியது.

ஹைட்ரஜன் அணு. { அணு எடை — 1
அணு எண் — 1 }



எல்லாப் பொருள்களும் இத்தகைய அணுவினால் ஆக்கப்பட்டவை என்பது விஞ்ஞானிகளின் கருத்து.

	எதிர் மின்னி	நேர் இயல் மின்னி
எடை..........	0 (1/௧௮௫௦)	... 1
மின்னூட்டம்	(—1)	(+1)

{(—) எதிர் மின்னூட்டம்}
{(+) நேர் மின்னூட்டம்}

வேண்டாம் என்றேம் அன்றே? பொது இயல் மின்னி கருவில் இருப்பதால் மின்னூட்டம் மிகுதிப்படுவதில்லை. இதற்குத்தான் மின்னூட்டம் இல்லையே! முன் இருந்த மின் ஊட்டமே இந்தப் பொது இயல் மின்னி வந்தபின்னும் இருக்கும். நேர் இயல் மின்னியோ, எதிர் மின்னியோ புதிதாகவந்தால்தான் மின் ஊட்டம் மாறும். ஆனல் பொது இயல் மின்னி வந்தால், மின் ஊட்டம் மாருததால்

ஹீலிய அணு { அணு எடை 4
அணு எண் 2

எதிர் மின்னி
பொது இயல் மின்னி
நேர் இயல் மின்னி
கரு
எதிர் மின்னி

	எதிர் மின்னி இரண்டு	நேர் இயல் மின்னி (இரண்டு)	பொது இயல் மின்னி (இரண்டு)
எடை	0	2	2
மின் னூட் டம்	(—)2	(+)2	0

அணுவகையும் மாறுவதில்லை. பின் என்ன மாற்றம்? எடையே மிகுதிப்படுவதால் எடை மட்டுமே மாறும். நேர் இயல் மின்னியின் மின்னூட்டம் நேர் முகமாகவும் (+) எதிர்மின்னியின் மின்னூட்டம் எதிர்முகமாகவும்(—) இருப்பதால் ஒன்றை ஒன்று அவாவும். அதனைத்தடுக்க எதிர் மின்னி வட்டப்பாதையில் சுழல்கிறது. அப்போது உண்டாகும் புறமுக ஆற்றல் இதனை வெளியே தள்ளு கிறது.

சூரியனில் பார்த்தது

ஹீலியம் என்ற பரிதிய அணுவின் எண் 2. இதில் நேர் இயல் மின்னி 2. எதிர் மின்னி 2. ஆனால் எடை 4. நேர் இயல் மின்னிகளின் எடை போக மிகுதி நிற்கும் 2 எடை ஏது? இந்த 2 எடை கருவில் புகுந்துகிடக்கும் 2 பொது இயல் மின்னிகளின் எடையேயாம். ஹீலியம் பரிதியம் என்ற பெயர் பரிதியை அதாவது சூரியனைக் குறிக்கிறது – ஏன்? இந்த ஆவியை முதல் முதல் சூரிய ஒளியை ஆராயும்போது சூரியனில் இருப்பதாகக் கண்டதால் (*Helios - meaning sun - Helium*) பரிதியம் – ஹீலியம் என இதற்குப் பெயரிட்டார்கள். இப்படியே அணு எண்ணும் அணு எடையும் மாறும்போது என்ன நிகழ்கிறது எனக் கூறமுடியும். அணுவின் எண்ணுக்கு மேலாக எடை இருக்குமானால் அந்த மிகுதி எடை பொது இயல் மின்னிகளின் எடையே எனக் கூறிவிடலாம்.

துண்டு துணுக்கு

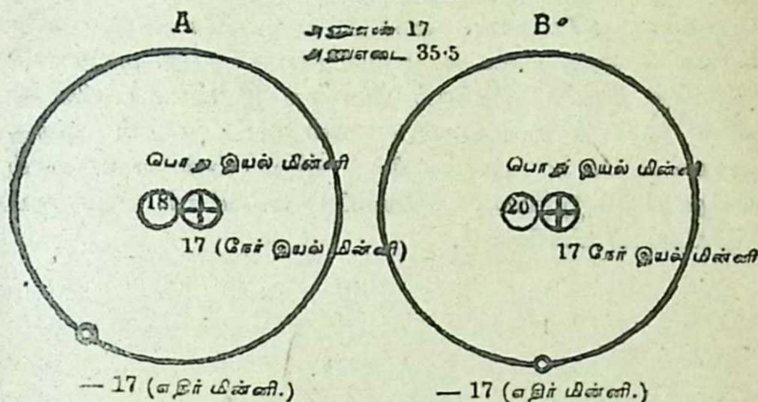
ஆனால் மற்றோர் ஐயம் கிளம்புகிறது. நாம் முன் எழுதி வைத்துள்ள எந்திரத்தில் பல எடைகள் முழு எண்ணாகவே இல்லை. துண்டு துணுக்குக் கணக்கே வருகிறது. பல அணுக்களின் எடை பின்னமாக வரக்காண்கிறோம். நேர் இயல் மின்னியின் எடையே எடையானால் முழு முழு எண்களாக அன்றோ எடைக் கணக்கும் இருக்கும். நேர் இயல் மின்னியோ துண்டுபடுவதில்லை. அப்படியானால் இந்தத் துண்டு துணுக்குகள் எடையில் எவ்வாறு புகுகின்றன?

தோருயப் பேச்சு

மேலே கண்ட பொது இயல் மின்னிகளே இந்தத் துண்டுக் கணக்கினையும் விளைவிக்கின்றன. ஒவ்வோர் இனமாக அணுக்களைப் பிரிப்பது அவற்றின் மின் ஊட்டமே. அதாவது ஊட்டத்தினைக் குறிக்கும் எண்ணே எனக் கண்டோம். இந்த எண் அணுவில் இருக்கும் நேர் இயல் மின்னியைக் குறிப்பதால் அந்த நேர் இயல் மின்னி யின் எடையைக் குறிக்கும். நேர் இயல் மின்னிகளே யன்றிப் பொது இயல் மின்னிகளும் அணுவின் கருவில் இருக்கும் எனக் கண்டோம். மின்னூட்டத்தினைக் குறிக் கும் அணுவின் எண் பொது இயல் மின்னிகளின் எண்ணிக் கையையோ எடையையோ குறிப்பதில்லை. ஓர் அணுவின் எண் 5 என்றால் கருவில் நேர் இயல் மின்னி 5 இருக்கும் என்பது தெரியும். பொது இயல் மின்னி ஒன்றுமே இல்லை யானால் அதன் எடையும் 5 ஆகவே இருக்கும். ஒரு பொது இயல் மின்னி இருக்குமானால் அந்த அணுவின் எடை $5 + 1 = 6$ ஆறாக இருக்கும். இரண்டு பொது இயல் மின்னி இருக்குமானால் அந்த அணுவின் எடை $5 + 2 = 7$ ஏழாக இருக்கும். இப்படியே பொது இயல் மின்னிக்கு ஏற்ப எடையும் ஏறிவரும். எனவே, அணுவின் எண் ணிக்கையை நோக்காது பொது இயல் மின்னியின் எண் ணிக்கைகளுக்கு ஏற்ப பற்பல வகையான எடைகளும் வரும். ஆனால் ஒவ்வோர் எடையும் முழு எண்ணாகத்தான் இருக்கும். மொத்தமாகக் கணக்கெடுத்துச் சராசரி அள வாக ஒவ்வொன்றின் அளவினையும் பேசும்போதுதான் பின்னங்கள் நுழைகின்றன. 3 எடையும் இரண்டு எடை யும் உள்ள இரண்டு பொருள்களையும் ஒன்றாக நிறுத்தால் 5 எடையாகும். ஒவ்வொன்றின் சராசரி எடை $2\frac{1}{2}$ என்று

சொல்லும்போது பின்னம் வந்தாலும் உண்மையில் ஒவ்வொரு பொருளும் முழு எடையுடையனவே அன்றோ? அது போலவே அணுக்கள் தனித்தனியே முழு எண் எடை பெற்றிருந்தும் உலகில் அவை சேர்வையாகக் காணப்படுவதால் மொத்தமாக நிறுத்து ஒவ்வோர் அணுவிற்கும் சராசரி எடை கூறும்போது துண்டுத் துணுக்குகள் எழுகின்றன. க்ளோரைன் *(Chlorine)* என்ற பொருள் சோற்றுப்பில் உள்ளது. அதன் அணு எண் 17; அணு எடை 35.5 17 என்பது. அதன் கருவில் உள்ள 17 நேர் இயல் மின்னிகளைக் குறிக்கிறது. இதற்கு மேற்பட்ட எடை பொது இயல் மின்னியின் எடை. அதனால் எத்தனை பொது இயல் மின்னிகள் கருவில் கிடக்கின்றன என்று தனித்தனியே ஆராய்ந்தபோது இந்த அணுக்களில் சில 35 எடையும் சில 37 எடையும் கொண்டு விளங்கினவாம்; எனவே சிலவற்றில் 18 பொது மின்னியும், சில வற்றில் 20 பொது இயல் மின்னியும் உண்டு என்று கழித்தற் கணக்குப்போட்டுச் சிறுவனும் கூறி விடுவான். (மறுபுறம் படத்திற் காண்க) 35·5 எடை என எப்படி வருகிறது? க்ளோரைன் அணுக்களை ஆராய்ந்தபோது 35 எடையுள்ள அணுக்கள் மூன்று, 37 எடையுள்ள அணு ஒன்றாகவும் இந்த விதத்தில் இவை சேர்ந்து கிடப்பதாகத் தெரிய வந்தது. மூன்று 35 எடையுள்ள அணுக்களின் மொத்த எடை $(3 \times 35) = 105$ ஆகும் ஒன்று 37 எடையுள்ளது. எனவே மொத்தமாக இந்நான்கின் எடை $105 + 37 = 142$ ஆகும். ஒவ்வொன்றின் சராசரி எடை $\frac{142}{4} = 35 \cdot 5$ என வருவது காண்க. இப்படியே எல்லாப் பின்ன எடைகளையும் விளக்கி விடலாம்.

க்ளோரைன்.
ஓரிடத்தான் – இரட்டைப் பிள்ளை.
Isotopes of chlorine.



1. க்ளோரைன் இரட்டைப் பிள்ளைகளின் வித்தியாசம் பொது இயல் மின்னியின் எடையில் தான.
2. நான்கு க்ளோரைன் அணுக்களை எடுத்துக் கொண்டால் அதில் A போன்றவை மூன்றும் B போன்றவை ஒன்றும் உண்டு.

ஓரிடத்தான் — இரட்டைப்பிள்ளை

நாம் கூறிய எந்திரத்தில் 35 எடையுள்ள க்ளோரைனுக்கு ஓர் இடமும் 37 எடையுள்ள க்ளோரைனுக்கு வேறு இடமும் கொடுக்கவில்லை. எல்லாம் 17-வது அணுவுக்குள்ளேயே அடங்கிக் கிடப்பதாகக் குறிப்பிட்டு உள்ளோம். அதனாலேயே இந்தப் பின்னக்கணக்குக் கோளாறு எழுந்தது. இப்படி எடையில் வேறுபட்டாலும் மின்னூட்டத்தில் வேறுபடாமையால் இதை 17 என்று ஒரே இடத்தில் அமைந்த அணுவாகவே கொள்ளப்பெறும். இப்படியே ஒரே அணு எண் பெற்றும் பல எடை உள்ளன

வற்றை இது காரணமாக ஓரிடத்தான்கள் (*lsotopes*) என வழங்கலாம். இயற்கையில் இது ஒரு விந்தையாம். இரட்டைப்பிள்ளைகள் பிறப்பது உண்டு. பன்றி பல குட்டி போடும். ஒரே தாய், ஒரே தந்தை, ஒரே வீடு, ஒரே செல்வம், ஆனல் உடல் அமைப்பில் சிறிது மாறுபாடு இருந்தே தீரும். இதனைப் போன்ற இரட்டைப் பிள்ளைகளே ஓரிடத்தான்களாம். மின்னூட்டத்தால் ஒத்து அதாவது வேறு குணங்களில் ஒத்து, பின் எடையால் வேறுபட்டு இருப்பன வேதிப் புலவர்கள் காணும் இரட்டைப் பிள்ளைகள்.

---

4. பின்னக் கணக்கில் பீறிட்டு எழும் ஆற்றல்

விடாக்கண்டனும் பின்னம்

இவ்வளவு விளக்கிய பின்னும் ஓர் எடை பின்ன மாகவே இருக்கக் காண்கிறோம். ஒன்று என்ற அணு எண்பெற்ற நீரிய அணுவாம் ஹைட்ரஜனின் (*Hydrogen*) எடை பின்னமாகவே முடிகிறது. இந்த அணுவின் கருவில் ஒரே ஒரு நேரியல் மின்னியே உண்டு. இந்த நீரிய அணுக் கருவே எல்லாவகை அணுக்களுக்கும் அடிப்படை. தேல்ஸ் (*Thales*) என்ற அறிஞர் நீரே எல்லாவற்றிற்கும் மூல காரணம் என்றது நினைவிற்கு வருகிறது. இந்த நீரியக் கருவினை ஒன்று, இரண்டு, மூன்று என 92 வரை அடுக்கிக் கொண்டே போவதால் அன்றோ மற்றைய எல்லா அணுக் களின் கருக்களும் அமைகின்றன. இந்த நீரியக் கருவின் எடையை 1·008 எனத் தராதர எடைக்கணக்கில் கூறி விடலாம். மேலுள்ள எடைகள் எல்லாம் முழு எண்ணாக இருக்க இதுமட்டும் பின்னமாகவே இருப்பான் ஏன்? இந்த இம்மிக் கணக்கில்தான் உலகமே அடங்கிக் கிடக்கிறது. இரண்டு என்ற அணு எண் பெற்றது ஹீலியம் (*Helium*) என்ற பரிதியம் ஆகும். (பலூனில் அடைக்க உதவும் ஆவி இது) இதன் அணு எடை 4. இரண்டு நேர் இயல் மின்னி யும், இரண்டு பொது இயல் மின்னியும் சேர்ந்து நான்கா யிற்று என முன்னரே கூறினேம். ஒரு நேரியல் மின்னி

யின் எடை 1·008 என்றால் 4 நேரியல் மின்னியின் எடை (4 x 1·008 =) 4·032 என்றன்றோ ஆகவேண்டும்? அப்படி இன்றி 4 என நிற்கும் மாயம் என்ன? (0·032) என்பது எவ்வளவு? ஏறக்குறைய 4·032 என்ற அளவில் 130-ல் ஒருபங்கு அன்றோ இது? இது எவ்வாறு மறைந்தது? ஓடிப் போகும் பையனை ஓடாமல் தடுத்துப் பிடிக்க ஆற்றல் வேண்டுமல்லவா? அதுபோல ஒன்றை ஒன்று வெறுத்துப் பிய்த்துக்கொண்டு போகப்பார்க்கும் நேர் இயல் மின்னி களை ஒன்றாக இயைய வைத்துத்திரட்ட ஆற்றல்வேண்டும். இங்கு 130-ல் ஒரு பங்கு எடையே அத்தகைய மாற்றலாக மாறி நேரியல் மின்னிகளைக் கருவில் அடைத்து அழுத்திக் கொண்டு கிடக்கிறது. இல்லையேல் அவை ஒன்றினை ஒன்று வெறுத்துத் தள்ளிக்கொண்டு ஓடும். அவ்வாறு 0·032 எடை செலவாகவே மிகுதி 4 எடைதான் பரிதியத்தின் எடையாக நிற்கிறது.

சடமே சக்தி

எடை என்பது பொருள். ஆற்றலோ வெறும் சக்தி. எடை மாயமாகப் போவானேன்? இதுதான் இந்த இருப தாம் நூற்றாண்டில் ஐன்ஸ்டைன் கூறிய உண்மை. எடை ஆற்றலாக மாறும். இவ்வாறு மாறியதுதான் அணுக்குண் டின் விச்சில் வெளிவந்து ஹிரோஷிமாவை அழித்தது. எடையானது ஆற்றலாக மாறும் என்று மட்டும் அவர் கூறிவிட்டுப் போகவில்லை. எவ்வளவு எடை எவ்வளவு ஆற்றலாக மாறும் என்று அணுக்குண்டு வீசி எறிவதற்கு 40 ஆண்டுகளுக்கு முன்னரே ஐன்ஸ்டைன் தெள்ளத் தெளியக் கூறியுள்ளார். இதனை அறிந்தால்தான் அணுக் குண்டின்பெருமை விளங்கும். பொருண்மையின் அளவினை

ஒளிவேகத்தின் மடக்கெண்ணுல் பெருக்கி வருகின்ற தொகையே அந்தப்பொருள் எவ்வளவு சக்தியாக மாறும் என்பதனைக் காட்டும் என்ருர்.

மனக்காட்சி

இதனைச் சிறிது உற்றுநோக்குவோம். $E=mc^2$ என்பது ஐன்ஸ்டைன் மந்திரம். E என்ருல் சக்தி அல்லது ஆற்றல். ஒரு பொருளில் எவ்வளவு சக்தி பிறக்கும்? C என்பது ஒளியின் வேகம். ஒளி விஞடிக்கு 300,000 கிலோ மீடர் அல்லது 3×10^{10} சென்டி மீடர் செல்லும். இதனையே இதனுல் பெருக்கினுல் வருவது இதன் மடக்குத் தொகை.* (3×10^{10}) (3×10^{10}) அதாவது 9×10^{20}, m என்பது பொருண்மை. ஒரு கிராம் எடையுள்ள பொருண்மையை எடுத்துக்கொள்வோம். இதனை 9×10^{20} என்பதால் பெருக்கியதே ஒரு கிராமில் இருந்து வரும் சக்தியாம்.

---

* 10^{10} என்பதுபோல எழுதுவதனை முன்னரே கூறினேம். 1-இன் பின்னுல் 10 பூச்சியம் வைப்பது (10,000,000,000) இதனை 10^{10} ஆல் பெருக்கினுல் மடக்காகும் என்பர். (*Square*) இப்படி எழுதுவதில் மற்ருெரு நயம் உண்டு. பெருக்கல் எல்லாம் கூட்டல்போல ஆகிவிடுவதுதான். $10^1 \times 10^1 = 10^{(1+1)} = 10^2$ (நூறு ஆகும்) இப்படியே $10^2 \times 10^2 = 10^4$ (பத்தாயிரம்); $10^3 \times 10^3 = 10^6$ அப்படியே $10^{10} \times 10^{10}$ என்ருல் 10^{20} என விடை வரும். அதை எழுதினுல் (100,000,000,000,000,000,000) ஆகும்.

$E = mc^2$

$m = 1 \quad C = (3 \times 10^{10})$

$\therefore E = 1 \times (3 \times 10^{10})^2$

$E = 9 \times 10^{20}$

ஆற்றல் அளவையை எர்க் (*Erg*) என்பர். இதன் அளவு என்ன? ஒரு கிராமின் (980ல் ஒரு பங்கு அதாவது சராசரி) ஆயிரத்தில் ஒரு பங்கினை ஒரு சென்டிமீடர் உயரம் தூக்குவதற்கு வேண்டிய ஆற்றலே எர்க். இதனைத் தமிழில் எறும் (*Erg*) என வழங்குவோமாக. ஒரு கிராம் எடை முழுவதும் சக்தியாக மாறுமானால் ஐன்ஸ்டைன் கணக்குப்படி $(1 \times 9 \times 10^{20}) = 9 \times 10^{20}$ எறும் ஆகும். தூக்கும் ஆற்றலினைச் சூடாற்றல் கணக்கில் விளக்கினால் அது நன்கு புலனாகும். ஒரு கிராம் தண்ணீரைச் சூடளப்பானில் (*Centigrade Thermometer*) ஒரு சுழி அளவு சூடேற்ற எவ்வளவு சூடு வேண்டுமோ அந்த அளவுச் சூட்டினை ஒரு காலரி (*Calorie*) என்பர். தமிழில் கனலி என்போமாக. (9×10^{20}) எறும் என மேல் கண்ட ஆற்றல் இந்தச் சூட்டுக் கணக்கில் 2×10^{13} கனலியாகும்* இதுவும் வெறும் எண்ணாகவே தோன்றலாம், 2500 டன் நிலக்கரியை எரித்தால் எவ்வளவு சூடு வருமோ அவ்வளவு சூடும் ஒரு கிராம் நிலக்கரியை முழுதும் சக்தியாக மாற்றினால் வரும் என விளக்கி வைக்கலாம், " புகை வண்டி அருகே ஒரு சிறிய நிலக்கரித்துண்டு (அரை விரற்கடை அகலம் அதாவது ½ அங்குலம் அவ்வளவே நீளம் அவ்

---

* ஜவுல் (*joule*) என்பார் சூட்டிற்கும் (கனலிக்கும்) ஆற்றலுக்கும் (எறுமுக்கும்) ஒரு தொடர்பினைக் கண்டுபிடித்தார். 1 கனலி $= (4{\cdot}2 \times 10^{7})$ எறுமாகும்.

வளவே கனம்) சிந்திக்கிடக்கப் பார்த்து இருக்கிறோம். இத் துண்டு முழுதினையும் ஐன்ஸ்டைன் கணக்குப்படி ஆற்றலாக மாற்றினால் எவ்வளவு ஆற்றல் வெளிவரும் எனத் தெரியுமா? 5 புகைவண்டி நிறைய நிலக்கரியை ஏற்றி வந்து நெருப்பில் எரித்தால் எவ்வளவு ஆற்றல் பிறக்குமோ அவ்வளவு ஆற்றல் வரும். இதனை முன்னர்ச் சொல்லி இருந்தால் பைத்தியப் பேச்சு என்று எண்ணி உலகம் நகையாடி இருக்கும். ஆனால் அணுக்குண்டின் திருவிளையாடலுக்குப் பின் இந்தப் பைத்தியப் பேச்சே விஞ்ஞானப் பேச்சாக மாறியுள்ளது'' என்று பேராசிரியர் சாஹா (*Prof M. N. Saha*) கூறுகிறார்.

கரி எரிகிறது

நிலக்கரியைச் சாதாரணமாக எரிப்பது என்று பேசுகிறோம். முழுதும் சக்தியாக மாறுகிறது என்று பேசுகிறோம், இவற்றில் என்ன வேற்றுமை? கரியை எரிக்கிறோம் தீயும் பிறக்கிறது ஒளியும் பிறக்கிறது. இதனை வேதிமாற்றம் என்பார்கள். அது என்ன? அணுத் திரளைகள் அணுக்களாக உடைந்து வேறு அணுத் திரளை கள் ஆவதே வேதி மாற்றம் எனக் கண்டோம். கரி எரிகிறது; என்ன ஆகிறது? கரி என்ற அணுத் திரளைகள் பிரிந்து காற்றிலுள்ள உயிரியத் திரளைகளோடு சேர்ந்து எரிந்து (கரியமிலவாயு அல்லது கார்பன்டைஆக்ஸைட் என்ற) கரி ஈர் உயிரியமாக மாறுகின்றன.

$C+O_2 \longrightarrow Co_2$ என்று எழுதிக்காட்டுவர். அம்பு போகும் வழிதான் மாற்றம் போகும் வழியாம். கரியின் குறி C. உயிரியத்தின் குறி O. கரியணுத்திரளையில் ஒவ்வொருகரியணுவே அணுத்திரளையாக இருப்பதும் உண்டு. உயிரிய அணுத்திரளையில் உயிரிய அணு இரட்டை

இரட்டையாக இருக்கும் $C + O_2$ என்று இதனைக் குறிக்கலாம். இது என்ன ஆகிறது என்பதனை இடையே அம்புக் குறி இட்டு அறிஞர் காட்டுவர் $C + O_2 \longrightarrow Co_2$ (கார்பன்டைஆக்ஸைட்) இடப்புறம் உள்ள இரண்டு வகை அணுத் திரளைகள் கலவையாகும்போது ஒரே வகை அணுத்திரளைகளாக மாறுகின்றன. அதனால் அங்குச் சூடு பிறக்கிறது, இந்தச் சூடு எங்கிருந்து வருகிறது? சட்டியில் இருந்தால்தானே அகப்பையில் வரும்? ஆதலின் இச்சூடுசக்தி கரியில் முன்னரே நம் கண்ணுக்குப் புலப் படாது அமைந்து உறைந்து கிடந்து இருக்கவேண்டும், எனவே கரி என்பதனை (கரி + சூடு) என்று சொல்ல வேண்டும். அப்போதுதான் இந்த வேதி மாற்றத்தில் (C + சூடு) + $O_2 \longrightarrow Co_2$ + சூடு என்று இரண்டுபுறம் ஒத்திருப்பதனைக் காட்டலாம்.

சட்டியில் இல்லாதது அகப்பையிலா?

உயிர்ப் பொருள்களின் அணுக்கோவை பலதொடராக இருக்கிறது எனக் கண்டோம். ஒவ்வொரு தொடரிலும் அணுவோடு அணு பல கொக்கிகளோடு மாட்டிக்கொண்டு கிடப்பதுபோல இருக்கின்றன, இந்தத் தொடர்ப்பாடுகள் அறுபடும்போது சக்தி வெளிப்படுகிறது; அதனாலேயே உடம்பு சூடாகவும் இருக்கிறது; இயங்கியும் வருகிறது. உயிர்ப்பொருள்கள் இல்லாத இடத்திலும் இத்தகைய வேதிமாற்றம் எழலாம். கட்டையை எரிக்கிறோம். நாம் என்ன பார்க்கிறோம்? சூடு, ஒளி, புகை, சாம்பர் இவையே பார்க்கிறோம். கரி காற்றோடு சேர்ந்து புகையாகிப் போகிறது. நீர் சிடுசிடு என்று ஆவியாகப் போகிறது.

கட்டையிலிருந்த உப்புப் பொருள்கள் எரியாத கரித் தூளோடு சாம்பரில் நின்றுவிடுகின்றன உலகம் முன்னிருந்த எடையில்தான் இன்னும் இருக்கிறது. எடை அழிவதில்லை. பின் என்ன மாற்றம்? இந்த வேதிமாற்றத்தில் அணுத்திரளைகள் அணுஅணுவாக விடுபட்டு வேறு வேறு அணுத்திரளைகளாக மாறின. இந்தச் சூடு, எப்படி, எங்கிருந்து வந்தது? "இல்லது வாராது உள்ளது போகாது" என்றால் இந்தச் சிக்கலை எப்படி அவிழ்ப்பது? அணுத்திரளையில் உள்ள அணுக்கள் ஒன்றோடொன்று கட்டுப்பட்டு இருந்தன. இவை உடைபட்டதால் சூடு எழுந்தது. இந்தச் சூடு முன் அணுத்திரளைகள் திரளும் போது உள்ளடங்கிய ஆற்றலே ஆகும். உள்ளடங்கிய ஆற்றல் அணுத்திரளைகள் உடைபடும்போது வெளியாயிற்று.

சூரிய விழுங்கிகள்

கட்டைக்குள் இருந்த சூடுதான் வெளிவந்த சூடு. இது உள்ளே மறைவாகக் கிடந்தது எப்படி? இந்தச் சூடு இங்கே வந்து அணுத்திரளைகள் திரளும்படி உதவியது. மரம், செடி, கொடி முதலியன சூரிய ஒளியைக் கொண்டே வளர்வன என்பதை யாவரும் அறிவர். இவை கதிரவனிடமிருந்து வரும் ஒளியையும், சூட்டையும் நேரே விழுங்குகின்றன. விலங்கு, பறவை, மனிதன் முதலியன நேராகச் சூரியனுடைய சூட்டையும், ஒளியையும் விழுங்காமல் அதனை விழுங்கிய செடி, கொடிகளை விழுங்கிச் சூரியனுடைய ஆற்றலைப் பெறுகின்றன. புலி முதலியனவோ சூரிய ஆற்றலை நேரே விழுங்குவதில்லை; செடி கொடி காய் முதலியவற்றையும் விழுங்குவதில்லை. செடி விழுங்கிகளாம் விலங்குகளையே விழுங்குகின்றன என்றாலும் அவற்றிற்கும்

ஆற்றல் சூரியனிடத்திலிருந்துதான் வருகிறது என இங்குக்காட்டிய சங்கிலித்தொடர் காட்டுகிறது அன்றோ! ஆனால் செடி சூரிய ஆற்றலை விழுங்கி ஆற்றல் பெறுவது எங்கே எனக் காணவேண்டாமா?

கதிரவனைக் கண்டே தீரும் காதல்

சிறுவன் விதையைத் தோட்டத்தில் பள்ளம் தோண்டிப் புதைத்துத் தண்ணீர் ஊற்றிக்கொண்டே வருகிறான். ஒவ்வொரு நாளும் போய்ப் பார்க்கிறான். ஒருநாள் பச்சைப் பசேர் என முளைவிட்டு அந்த முளை தரைக்குமேல் இளம்பிச் சூரியனை நோக்குகிறது. ஏன் இது வெளியே வரவேண்டும்? ஏன் சூரியனை நோக்க வேண்டும்? இருட்டறையில் சாளரத்திற்கு அருகே வைத்த செடி வளைந்து சாளரத்தின் வழியே தலையை நீட்டிச் சூரியனை நோக்கியே வளர்கிறது. தலைகீழாக பூந்தொட்டியைச் சாய்த்து வைத்தாலும் செடி வளைந்து எழுந்து வானையே நோக்கி வளர்கிறது. சூரியனது சக்தி மரத்தின் வளர்ச்சிக்கு இன்றியமையாதது என்பதனை ஓரறிவுடைய செடியும் அறிந்து அதன்படியே வாழத் தொடங்குகிறது. செடி வளர வளரச் சூரியனுடைய சூட்டையும், ஒளியையும் வாரி வாரி விழுங்கித் தன்னுள்ளே அடக்கிக் கொள்கிறது. மனிதனுடைய உணவு மாறி இரத்தத்தில் கலப்பது போலச் சூரியனுடைய ஆற்றல் மரத்தின் ஒவ்வோர் அணுவிலும் அடங்கிக் கிடக்கிறது. அது பின்னர்க் கரியாகவோ, விளக்காகவோ எரியும்போது வெளிவருகிறது.

இவ்வாறு உறைந்து கிடக்கும் ஆற்றல் எவ்வாறு உருகி வழிகிறது எனப் பின்னர் காண்போமாக.

உறைந்த ஆற்றல் உருகுகிறது

நிலக்கரி என்பது என்ன? பழைய காடுகள் காலப் போக்கினில் பூமியினுள்ளே அழுந்தி உருமாறின. ஆம்! அவற்றைத்தான் நிலக்கரி என வெட்டி எடுக்கிறோம். மண்ணெண்ணெய் இந்தப் பழைய மரங்களின் சாறுகளே யாம். சூரிய ஆற்றலை உண்ட மரங்கள் இவ்வாறு கரியாய் மண்ணெண்ணெயாய் மாறியபின்னரும் அந்தப் பழைய சூரிய ஆற்றல் அவற்றினுள்ளே அடங்கிக்கிடக்கின்றது. உன்னிப்பார்த்தால் 9 கோடி மைலுக்கு (9.3×10^7 Miles) அப்பாற்பட்ட சூரியனிடத்திலிருந்து வருகின்றது இந்த ஆற்றல். காலத்தைப்பார்த்தால் 9 கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன் இருந்துவருகிறது. இப்படிக் காலத்தாலும் இடத்தாலும் தொலைவிலிருந்துவரும் ஆற்றல் இன்று நம் எதிரே எரிந்து சூடாகவும், வெளிச்சமாகவும் வெளியாவது வியப் பினும் வியப்பன்றோ? உறைந்த ஆற்றல் என நாம் முன்னர் கூறவில்லையா? ஆற்றலோ உலகில் அழிவதும் இல்லை; புதிதாகத் தோன்றுவதும் இல்லை. மாறிமாறிப் போய்க்கொண்டே இருக்கும். ஆதலின் மரத்தின் உள்ளே அன்று புகுந்த ஆற்றல் அங்கேயே உறைந்து கிடக்கிறது. சூடு என்றால் அணுத்திரளின் இயக்கமே என முன்னர்க் கண்டோம். பொதுவான நிலையில் எல்லாம் இயங்கிக் கொண்டேதான் இருக்கின்றன என முன்னரே கூறினோம். அதனால்தான் இந்தப் பொது இயக்கங்களில் நிலை பிறழ்ச்சி உண்டாகுவதில்லை; நாம் அசைந்து கீழ் வீழ்வதில்லை. சூடு மாறும்போதோ பொதுவான இயக்கம் மாறி மிகுதி யான இயக்கம் பிறக்கிறது. நிலைபிறழ்ச்சி தோன்றுகிறது. வேகம் எழுகின்றது. எரிதல் நிகழ்கின்றது. சூடு வெளியே வருகிறது. மண்ணிலிருந்தும் காற்றிலிருந்தும் செடியானது

உட்கொள்ளும் பொருள்களைக்கொண்டு தன் உறுப்பின் அணுத்திரளைகளை அமைத்துக்கொள்ளச் சூரியனது ஆற்றலை வேண்டியிருக்கின்றது. அதுபற்றியே செடி சூரியனது ஆற்றலை உட்கொள்ளுகிறது. இதுவே பின்னர் உலர்ந்த செடியை விறகாக எரிக்கும்போது சூடாக வெளி வருகிறது. அணுத்திரளைகள் அணு அணுவாக உடையும் போது முன் அடங்கிக்கிடந்த ஆற்றல் பின்னே வெளிப் பட்டுச் சூடாக எழுகிறது.

கட்டு அறுதலும் கருச் சிதைதலும்

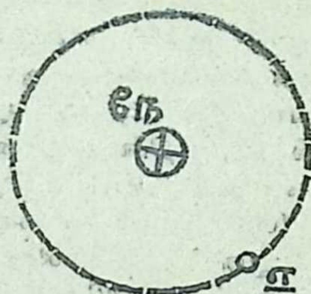
இங்கே அணுத்திரளை சிதைந்ததே அன்றி அணுச் சிதையவில்லை. அணுவானது முழுதும் சக்தியாக மாறும் பொழுது என்ன நிகழ்கிறது? அணுவே சிதைகிறது. இங்கு மின்னிகள் அணுவாகக் கட்டுண்டபோது உட் கொண்ட ஆற்றலையே அணுவின் கரு சிதைவுற்றுக் கக்கு கிறது. இதுவும் முன் உட்கொண்ட ஆற்றலேயாம். எப்பொழுது உட்கொண்ட ஆற்றல்? நான்கு நேர் இயல் மின்னி சேர்ந்து ஒரு ஹீலியமாகும்போது 0.032 எடை ஆற்றலாகமாறி அணுக்கருவை அமைக்கிறது என்றோமே, அப்போது உட்கொண்ட ஆற்றலேயாம்.

பட்டாணி கப்பலோட்டுகிறது

அணுத்திரளையானது சிதையும்போது கரி எரிந்து வருவதற்கும் அணுவே சிதைந்து சக்தியாகப்பிறப்பதற்கும் உள்ள வேற்றுமையை மேலும் சிறிது உற்றுநோக்குவோ மாக. ஒரு கிராம் எடையுள்ள கரியில் கிடக்கும் அணுத் திரளைகள் சிதைந்து எரிந்தால் 8ஆயிரம் கனலி (Calories) எழும். 2 கிராம் நேர் இயல் மின்னியும், 2 கிராம் பொது

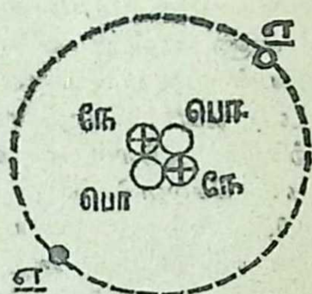
இயல் மின்னியும் சேர்ந்து 4 கிராம் ஹீலியமாக அமையும் போது பொருண்மை முன்னிருந்ததினும் குறைந்து விளங்குகிறது எனக் கண்டோம். உலகத்தில் ஒன்றும் அழிந்துபோவது இல்லை. ஒன்று ஒன்ருக மாறுவது

நீரிய அணு



1 கிராம்
(1·008)

ஹீலிய அணு



4 கிராம்
(4) (இருக்கவேண்டிய எடை 4·032)

மட்டுமே உண்டு. இங்கு பொருண்மை கெடாது ஆற்ற லாகவே மாறிநிற்கின்றது. 0.032 என்ற அணு எடை எவ்வளவு ஆற்றலாகும்? 64,000 கோடி கனலி ஆகும். அதாவது ஒரு கிராமுக்கு 16,000 கோடி கனலி ஆகும். எனவே அணுத்திரளையின் சிதைவினுல் கரி எரியும்போது ஏற்படும் சக்தியைவிட அணுச் சிதையும்போது எழும் சக்தி 2 கோடி மடங்கு மிகுதியாகும் என்பதாயிற்று. "ஒரு பட்டாணி அளவு நிலக்கரிகொண்டு அதிலுள்ள அணுவினைச் சிதைக்க முடியுமானுல் ஒரு கப்பலை

அட்லாண்டிக் மாபெருங்கடலைத் தாண்டி ஓடச் செய்யலாம்" என்று இந்தக் கணக்குப்படியே அறிஞர்கள் கூறுகிறார்கள்.

இன்னும் ஓர் எளியவழி

மற்றொருவகையாகவும் விளக்கிக் காட்டலாம். நம் வீட்டில் மின்சாரவிளக்கு எரிகிறது. யூனிட் ஒன்றுக்கு 3½ அணு என்று விலை பேசுகிறோம். யூனிட் என்றால் தனியன் என்று பொருள். இதனைக் கில்லோவாட் அவர் (*Kilo watt hour*) என்பர். வாட் (*Watt*) என்பது மற்றோர் ஆற்றல் அளவு. அதில் 1000த்தினை ஒருமணி நேரம் செலவுசெய்வது ஒரு கில்லோ வாட் அவர் என்ற யூனிட் அல்லது தனியனாகும். 1000 கிராம் நிலக்கரி எரிந்தால் பெறும் ஆற்றல்...... 9 யூனிட். 1000 கிராம் ஹைட்ரஜனை எரித்தால் பெறும் ஆற்றல்...... 40 யூனிட். 1000 கிராம் ஹைட்ரஜன் ஹீலியமாக மாறும்போது செலவாகும் ஆற்றல் 179,000,000 யூனிட். அதாவது ஹைட்ரஜனிலிருந்து ஏதோ ஒரு விதத்தில் மணிக்கு 4 கிராம் (⅛ *Ounce*) அளவு ஹீலியத்தினைத் தொடர்ந்து அமைத்து வரக் கூடுமானால் 10 லட்சம் குதிரை ஓட்டத்தை விடாது ஓட்டிக்கொண்டு இருக்க முடியுமாம்.

பின்னக் கணக்கில் அணுகுண்டு

இப்போது அணுவினைச் சிதைப்பதால் எழும் ஆற்றலின் பெருமை விளங்குகிறது. இந்த உண்மையைப் பயன்படுத்தியே யுரேனியம் என்ற அணுவின் கருவைச் சிதைத்து அணுக்குண்டாக வீசி ஹிரோஷிமாவை எரித்தார்கள். ஒரு ராத்தல் யுரேனியம் 11,400,000,000 யூனிட் ஆற்றல்

தரும். ஆனால் இங்கு ஒருராத்தல் யுரேனியத்தில் ஆயிரத்தில் ஒருபங்கே ஆற்றலாக மாறுகின்றது. முழுதும் ஆற்றலாக மாறினால் உலகம் என்ன ஆகும்? அணுக்குண்டின் அமைப்பினை மேற்சென்று சிறிது காண்போம். அதன் விளைவெல்லாம் ஹைட்ரஜனது எடையில் பின்னமாகவந்த கணக்கில் உள்ளடங்கிக்கிடப்பது இப்போது சிறிது விளங்கியிருக்கும்.

காணக் கண் வேண்டாமா?

இவ்வாறு பொருண்மை ஆற்றலாக மாறுவதனை எங்கும் காணலாமா என நமது உள்ளம் துள்ளிக்குதிக்கின்றது. 1000 கிராம் தண்ணீரைப் பனிக்கட்டியாக உறையும் நிலையில் இருந்து தளபள எனக் குமிழிவிட்டுப் பொங்கும் கொதிநிலைக்குக் கொண்டுபோக என்னசெய்ய வேண்டும்? சூடு ஏற்றவேண்டும். சூடு ஒருவகை ஆற்றல். ஆதலின் ஆற்றலை விளைவிக்கவேண்டும். இதனைப் பழைய படியும் உறைநிலைக்குக் கொண்டுவரும்போது, சூடு வெளியே போய்விடுகிறது. அதாவது சூடு குறைகிறது. ஆற்றல் குறைகிறது என்றபடி. அப்படி ஆனால் ஐன்ஸ்டைன் கொள்கைப்படி பொருண்மையும் குறையுமன்றோ? ஆம்! குறையவேசெய்யும். எவ்வளவில் குறையும்? 5×10^{9} கிராம் குறையும். தண்ணீரினை அளந்து பார்த்தால் பொருண்மை இந்த அளவு குறைந்திருப்பது புலப்படத்தோன்றுமோ? இந்தச் சிறு அளவினை இன்றுள்ள நிலையில் நாம் அளந்து அறியும்வழி ஒன்றுமில்லை. பின் ஒருகாலத்தில் அத்தகைய நுட்ப அளவினையும் அளந்தறியும் கருவிகளை மக்கள்மூளை கண்டுபிடிக்கலாம். அதுவரையிலும் பெரிய அளவுகளில்தான் இந்த மாறுதலைக் காணமுடியும்.

அப்பாலுக்கு அப்பால்

மிகமிகப் பெரிய அளவில் சூட்டினை வீசி எறிவது எது? வெய்யிலில் கால்சுடத் தலைசுட நடக்கும் தமிழனுக்குச் சூரியன் நினைவுதான் உடனேவரும். இச் சூரியன் ஓர் பெரிய நெருப்புக்கோளம் எனவும் பேசுகின்றோம் அல்லவா? அந்த நெருப்பு வீசும் சூடுதான் என்னை? கணக்கெடுத்தார்களே! அவர்கள் அறிவின் நுட்பம்தான் என்னென்று சொல்வது! சூரியனுடைய மேற்பரப்பில் ஒவ்வொரு சதுர அங்குலமும் ஒவ்வொரு விநாடியிலும் 50 குதிரை ஓட்டம் அளவுள்ள ஆற்றலை வெளியே வீசுகிறதாம். எடைக்கணக்கில்பார்த்தால் ஒவ்வொரு சதுர அங்குலமும் ஒரு நூற்றாண்டுவரை இப்படி ஆற்றலைக் கக்கிக்கொண்டேவந்தாலும் $\frac{1}{20}$ அவுன்சுக்குமேலாக இதன் பரப்பின் எடை கெடுவதில்லை. இவ்வளவுதானா எனச் சிரிக்கவேண்டாம். சூரியனது பரப்பு முழுதினையும் கணக்கிட்டால் நமக்கே அச்சம்வருகிறது. ஒவ்வொரு விநாடியிலும் 40 லட்சம் டன் அளவு தேய்ந்து ஒழிகிறதாம். சூரியனே முழுதுமாகத் தேய்ந்து ஒழிந்தால் நம் பூமியின் கதி என்ன? நம்கதி என்ன? நல்லகாலம்! சூரியனோ மிகமிகப் பெரியவன். நம் தலைமுறையில் அச்சம் ஒன்றும் இல்லை. கோடி தலைமுறைக்கும் ஒன்றும் அச்சமில்லை. 15×10^{12} ஆண்டுகள் ஆனால்தான் சூரியன் அடியோடு தேய்ந்து ஒழியக்கூடும். ஒருநாளில் இந்தவகையில் சூரியன் 31×10^{10}டன் எடையை இழக்கின்றானாம். ஆனால் தொலைவிலுள்ள நட்சத்திரங்கள் இதனைவிட 3 லட்சம் மடங்கு மிகுதியான ஆற்றலை வீசி எறிந்து தேய்ந்துவருகின்றனவாம்.

---

5. கருச்சிதைவுச் சங்கிலியில் கண்டெடுத்த அணுக்குண்டு

வலிய கட்டு

ஹைட்ரஜனில் இருந்து ஹீலியம் அமையும்போது அல்லவா அணு தன் அளவில் 130-ல் ஒரு பங்கினை இழக்கின்றது? ஆதலின், ஹீலியமாக அமைந்த அணுக்கட்டே வலிவான கட்டாகும். மேலே போகப்போக அணுக்கட்டு இவ்வளவு வலுவானதாகக் காணோம். அதனாலேயே 92 அணுக்களுக்குமேல் நேர் இயல்மின்னிகள் ஒருங்குகூடி அணுவாகச் சமைவதற்கு இல்லை. 92-க்கு மேலும் நேர் இயல்மின்னிகள் கூடாமல் இல்லை. ஆனால் அவை எளிதில் சிதைந்து அழிகின்றன. 88 என்னும் "அணு எண்" உள்ள அணுக்களுக்கு மேலே முழுதும் ஆட்டம்கொடுக்கத் தொடங்குகிறது. 92-க்கு மேலும் பல அணுக்கள் இருந்திருக்கலாம்; எழலாம்; எழுகின்றன. அவை எளிதில் சிதைந்து கெடுவதால் 92 வகைகளே, ஏறக்குறைய நிலையான அணுவகைகள் எனத் தோன்றுகின்றன. 92 வகைக்கு மேல் அணு வகைகள் தோன்றாத நுட்பமும் இப்போது இவ்வாறு வெளியாகிறது. இதை ஓர் சிறிய உதாரணத்தினால் விளக்கிக் காட்டலாம். எலுமிச்சம் பழத்தைக் கொண்டு பெண் ஒருத்தி கோபுரம் கட்டுகிறாள். சிறு கோபுரம், நன்றாகவும் வலிமையாகவும் அமைகிறது. மேலும் பெரியதொரு கோபுரம் இதன் மேலேயே பழங்களை அடுக்கி அடுக்கி அமைக்கிறாள். அவள் அடுக்க

அடுக்கப் பழங்கள் சரிந்து விழுகின்றன. பாவம் என்ன செய்வாள்! மனத்தளர்ச்சி இன்றி மேலே அடுக்கிக் கொண்டு போகிறுள். 92 பழங்களுக்கு மேலே போக வில்லை. அப்படி மேலே கட்டினுலும் கட்டுத்தளந்து பல பழங்கள் உருண்டு போகின்றன. பின்னர் இருக்கும் கோபுரம் வலிமையானதாக இருக்கிறது. அவ்வாறு மேல் நிலை அணுக்கள் சிதையும் போது பெரும்பான்மையும் ஹீலிய அணுக்களாகவே சிதைகின்றனவாம் ஹீலியக்கட்டு வலிவுடைய கட்டாகையினுலே அவைகளைக் கொண்டே மேல் நிலை அணுக்கள் அமைந்தன போலத் தோன்றும் அற்புதத்தினையும் பார்ப்போம்.

இயற்கை இரசவாதம்

சூரியனிலும் நட்சத்திரங்களிலும் அணுக்கள் இயங் கித் தம் பேராற்றலைக் காட்டிவருவதனைக் கண்டு விஞ் ஞானப் புலவர்கள் களித்தனர். ஆனுல், உலகிலும் சில பொருள்கள் இவ்வாறு அணுவின் கரு சிதைந்து நிற்ப தனைக் கண்டனர். செம்பினைப் பொன்னுக்கும் இரச வாதத்தினைப் பற்றிப் பழையநாளிற் பலர் பேசிவந்தனர். இங்கோ பொன்னே செம்பாவது போன்ற இரசவாதமே நிகழ்கிறது. பெரிய அணுக்கரு, சிதையுமானுல் சிறிய அணுக் கருவாகும், அப்படி என்ருல் என்ன? பெரிய அணு எண்ணுடைய பொருள்கள் சிறிய அணுஎண் ணுடைய பொருள்களாக மாறும். ஒரு பொருள் மற் ெருரு பொருளாக மாறுவதல்லவா இரசவாதம்? 92 என்ற அணு எண் உடையது யுரேனியம் (*Uranium*) என்ற அடிப் பொருளாம். வைகை ஆறு பல வாய்க்கால்க ளாகப் பிரிந்து பின்னே ஓர் ஏரியில் விழுந்து மறைவது போல யுரேனியம் என்பதும் ஓர் ஆற்றல். பேராருகத் தொடங்கி, பல பல கிளைகளாகப் பிரிந்து முடிவில் மறை

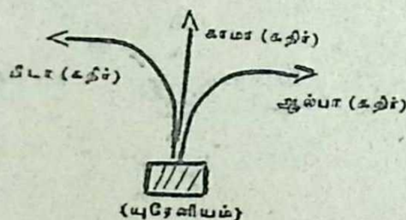
வதனைக் காணலாம். பல வாய்க்கால்கள் வழியாக ஆற்றல் ஓடிய பின் ஆற்றல் குறைந்துகொண்டே வருமன்றோ? முடிவில் ஈயம் (*Lead*) என்ற ஏரியில் அடங்கி விடுகிறது.

யுரேனியம் இரு வகையாக மாறும்.

ஆட்டங் கொடுக்கிறது

யுரேனியம் ஆட்டம் கொடுக்கும்நிலையில் சில ஒளிகள் வீசுவதனை விஞ்ஞானப் புலவர் கண்டனர், இந்த ஒளியெல்லாம் காணா ஒளியேயாம். இக்காணா ஒளிகள் மூன்று வகைக் கதிர்களாக வெளிவருகின்றன. கிரேக்க மொழியில் முதல் எழுத்து "அ". அதனை ஆல்பா (*Alpha*) என்பர். இரண்டாவது எழுத்து "ப" (*B*); அதனை பீடா (*Beta*)

என்பர். மூன்றாவது எழுத்து "க" (*Ga*); அதனை காமா (*Gama*) என்பர். இந்த மூன்று பெயர்களையே அந்த மூன்று கதிர்களுக்கும் இட்டு வழங்குவது இன்றைய விஞ்ஞான உலகின் வழக்கமாக இருக்கின்றது. ஆல்பா கதிர் (*Alpha Rays*–"அ" கதிர்) என்பது ஹீலியக் கருவே அன்றி வேறு அல்ல. பிடா கதிர் (*Beta Rays* "ப" கதிர்) எதிர் மின்னியே அன்றி வேறு அல்ல. காமா கதிர் (*Gama Rays* "க" கதிர்) என்பதோ எக்ஸ்ரே (*X–Ray*) போன்றதொரு கதிராகும். யுரேனியம் இவ்வாறு சிதைந்து வரும் போது என்ன நிகழ்கிறது? யுரேனிய அணுவின் கருவினைச் சிதைப்பதாலேயே அணுக்குண்டு வெளிவருகிறது என நாம் அறிவதால், இந்த இயற்கை நிகழ்ச்சியை அறிய நம் மனம் மிக மிக அவாவுகிறது.



மேலே கூறிய முதற்படம் இதனை விளக்குகிறது

குமரி முனையில்

யுரேனியத்திற்கு அடுத்தாற்போல் உள்ள சிறந்த பொருள் தோரியம் என்பதாம். இந்தப்பொருள் நம்முடைய குமரிமுனையிற் கிடைப்பதால் நமக்கு ஒரு பெருமை உண்டு. இதுவும் பலமுறை ஹீலியக் கருவினையும், எதிர் மின்னியையும் இழந்து இழந்து முடிவில் ஈயமாக மாறுகிறது.

அணுவின் பெயர்	வெளியேறும் மின்னி Expelled Particle	அணு எடை		அணு எண்
		கருவில் இருக்கும்		கருவின் நேர் மின்னூட்டம்
		நேரியல் மின்னி +Ve Protons	எதிர்மின்னி —Ve Electrons	
தோரியம்	α-ஹீலியக்கரு	232	142	90
↓		—4	—2	
மெஸோ தோரியம் 1	β-எதிர் மின்னி	228	140	88
↓			—1	
மெஸோ தோரியம் 2	β-எதிர் மின்னி	228	139	89
↓			—1	
ரேடியோ தோரியம்	α-ஹீலியக்கரு	228	138	90
↓		—4	—2	
தோரியம் X	α-ஹீலியக்கரு	224	136	88
↓		—4	—2	
தோரியம் எமனேஷன்	α-ஹீலியக்கரு	220	134	86
↓		—4	—2	
தோரியம் A	α-ஹீலியக்கரு	212	132	84
↓			—2	
தோரியம் B	β-எதிர் மின்னி	212	130	82
↓			—1	
தோரியம் C	β-எதிர் மின்னி	212	129	83
↓		—4	—1	
தோரியம் C′	α-ஹீலியக்கரு	212	128	84
↓		—4	—2	
தோரியம் ஈயம்		208	126	82

ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுள்ள தோரியம் இந்தப்படி 180 கோடி ஆண்டுகளில் தன் அளவிற் பாதியை இழக்கும். இதனை அதன் வயது என்று கூறுவது வழக்கம். இது சராசரி கணக்கே ஆகும். யுரேனியம் ஈயமாகின்ற வரலாற்றின் படத்திலும் இத்தகைய வயதே குறிப்பிடப்பட்டு உள்ளது. அங்கேகண்ட ஒவ்வொருபொருளும் தன் வயதில் தன் அளவில் பாதி ஆகிவிடுமாம். ஆனால், ஒவ்வோர் அணுவும் இப்படிச் சிதையும் என்பது இல்லை. ஒரு தோரிய அணு சிதையாமலே என்றும் இருக்கலாம். மற்றொரு தோரிய அணு இதற்கு ஈடுசெய்யவேண்டி, தோன்றிய உடனே சிதைந்து இருத்தல்வேண்டும். அப்போதுதான் சராசரி வயது என்பது சரியாகும்.

பாழில் ஒரு வாழ்வு

யுரேனியச் சிதைவு உலகில் வாழ்கின்ற நமக்கு இன்றியமையாததொன்று. நம்முடைய தரை குளிர்ந்துகொண்டே வருகிறது. பூகோள வகுப்பில் படித்த இந்தப் பாடத்தை நாம் மறக்கமுடியாது. இப்படியாக அடியோடு ஒருநாள் குளிர்ந்துவிட்டால், மக்கள் இருக்க இடமில்லாதபடி பூமி பாழாகியன்றோ போகும்? அப்படிப் பாழாகாதபடி தடுப்பது எது? பூமி எவ்வளவு வேகமாகக் குளிர்கிறதோ அவ்வளவு வேகமாகச் சூடு ஏற்றம் இயற்கையில் மற்றோர் அமைப்பில் இருந்துவர வேண்டும். அப்படி இருப்பதால் அன்றோ சந்திரனைப்போல் பூமி குளிர்ந்து, நீராய், காற்றாய் உறைந்துபோகாது நாம் உயிர்வாழ முடிகிறது! இந்த அமைப்பு யாதாக இருக்கலாம் என்று விஞ்ஞானிகள் ஆராய்ந்தபோது யுரேனிய அணுவின் சிதைவே அவர்கள் கருத்துக்கு எட்டியது. யுரேனியம் மேலே கண்டபடி சிதைந்து வரும்போது சூட்டினை வெளி வீசுகிறது. பூமி

குளிர்ந்து வருவதால் ஏற்படும் குறைவினை யுரேனியம் வெளி வீசும் சூடு நிறைவு செய்கிறது. பூமி எவ்வளவில் குளிர்ந்துகொண்டு வருகிறது என அறிஞர்கள் கணக்கிட்டு உள்ளார்கள். அதனை ஈடுசெய்ய எவ்வளவு யுரேனியம் இருக்கவேண்டும் என அந்த அறிஞர்களே கணக்கிட்டுக் கூறுகின்றார்கள். 8×10^8 டன் யுரேனியம் உலகில் உண்டு என்பது ஒரு சிலரது கொள்கை. இதற்குமேல் இருந்தாலோ? இதற்குமேல் இருந்தால், அதிலிருந்து வரும் சூட்டினால் பூமி வெடித்துப்போகும் என்பது அவர்களுடைய கருத்து. பூமியின் மேலோட்டில் ஒருமைல் ஆழத்திற்குள் 10^5 டன் (100000 டன்) யுரேனியம் கிடைக்கலாம் என்பர் வேறு சிலர். அணுக் குண்டினைப்பற்றிப் பேசுகின்றது இந்தக்காலம். அணுக்குண்டிற்கு இன்றியமையாது வேண்டப்படுவது யுரேனியமேயாம். ஆதலின் இந்த யுரேனியம் உலகில் எவ்வளவு உண்டு என்பதனை அறிய நம் மனம் நாடுவதும் இயல்பேயாம். "10^5 டன் அளவிலா இந்த எமன் பரவி இருக்கின்றது?" என வாடவேண்டாம். அணுக்குண்டினுக்குப் பயன்படுவது எல்லா வகை யுரேனியமும் அல்ல. 235 எடையுள்ள யுரேனியமே பயன்படும். அது இவ்வுலகில் 780 டன்னே உண்டு என அறிந்தபின் நாமும் ஒருவித அமைதி பெறுகிறோம்.

இனி யுரேனியம் சிதைந்து வந்து அணுக்குண்டிற்கு வழி காட்டுவதனை அடுத்துக் காண்போம்.

---

6. தொடர் நிலைச் சிதைவில் தோன்றிய அணுக்குண்டு

வரவு செலவு

யுரேனியம் சிதையும் போது ஆல்பாக் கதிர்களையும், பீட்டாக் கதிர்களையும் கம்மாக் கதிர்களையும் வெளி வீசுகிறது என அறிகின்றோம். ஆற்றலும் வெளி வருகிறது. இந்த ஆற்றல் மிக மிகப் பெரியது. நீரியத்தையும், உயிரியத்தையும் கலந்தால் வரும் ஆற்றலும் பெரிதென முன்னரே கண்டோம். ஆனால் ரேடான் (*Radon*) என்பது இதனைவிட 60 லட்சம் மடங்கு அதிகம் சூட்டினைத் தருகிறதாம். யுரேனியம் வெளி வீசும் பீட்டாக் கதிர்களோ எதிர் மின்னிகள். அவற்றிற்கு எடை நம்கணக்கில் இல்லை. ஆகவே ஒரு அவுன்சு யுரேனியம் ஈயமாக மாறும்போது என்ன ஆகின்றது எனச் சற்று பார்ப்போம்.

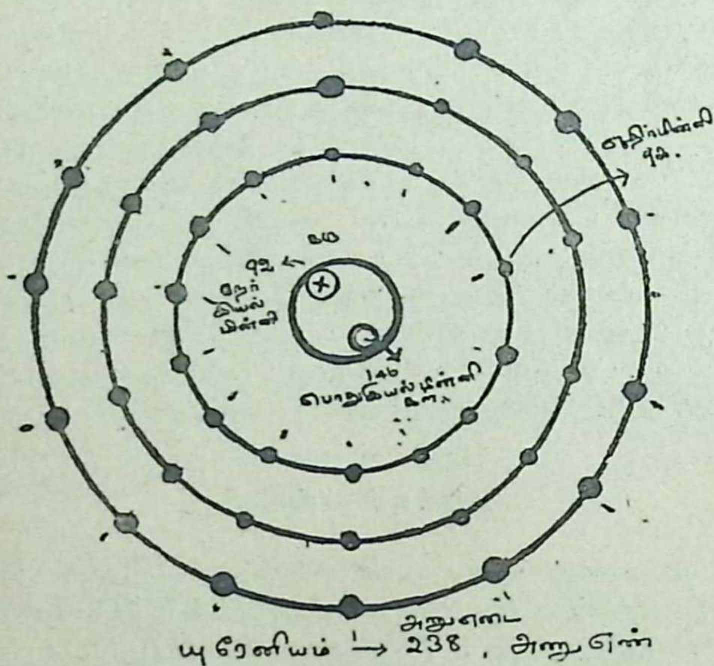
வரவு		செலவு	
1 அவுன்ஸ் யுரேனியம் ⟶	ஈயம் —	0·8653 அவுன்சு
1 அவுன்ஸ் யுரேனியம் ⟶	வெளியாகும் ஹீலியக்கரு	0·1345 அவுன்சு
	ஆகமொத்தம்	0·9998 அவுன்சு

கணக்கு என்ருல் வரவும் செலவும் சரியாக அலலவா இருக்கவேண்டும்? குறைவு ஏற்படுகிறதே? 0·0002 அவுன்சு எங்கே போயிற்று? கம்மாக் கதிர்தான் சூடு முதலிய கதிர் வீச்சாக மாறிப் போயிற்று. அப்படி என்ருல் சூட்டினை அளக்க முடியாதா? முடியும். அது ஏறக்குறைய ஒன்றரை லட்சம் கோடி (*ergs*) எறுமூாகலாம். அதாவது 35,000 கோடி கனலியாகலாம். (35×10^{10} *Calories*) அதாவது 100 அடி நீளம், 100 அடி அகலம், 13·5 அடி ஆழமுள்ள தண்ணீர்த்தொட்டி நிறையத் தண்ணீரை நிரப்பி வைத்திருப்போமானுல் இவ்வாறு வெளிவந்த சூடானது நம்முடைய முயற்சி ஒன்றுமின்றியே அந்த நீர் முழுவதையும் கொதிக்க வைக்கும். அதாவது அது 30°C சூடு இருக்குமாயின் 100°C அளவு சூட்டுக்கு அதனைக் கொண்டு போய் விடும். இம்மாதிரியான தொட்டி ஒன்று நம்முடைய ஊர்களில் நெல்லைக் குத்தும் எந்திரசாலையில் இருக்குமானுல் பச்சரிசிக்குப் பதிலாக புழுங்கல் அரிசி செலவின்றிப் புழுக்கி அனுப்பலாம், இச் சிறிய எடை (0·0002) எவ்வளவு பெரிய சக்தியாக மாறுகிறது? இது விந்தையினும் விந்தை அல்லவா?

இயக்கச் சங்கிலி.

92 என்று அணு எண் கொண்ட பொருள் யுரேனியம். அதன் அணு எடை 238. இதில் 235 அணு எடையுள்ள ஓரிடத்தானும் (*Isotope*) யுரேனியமும் உண்டு. இந்த இரண்டுவித எடையுள்ள பொருள்களையும் பொது இயல் மின்னி (*Neutrons*) கொண்டு தாக்கினுல் என்ன ஆகிறது என அறிஞர் ஆராய்ந்தனர். 238 எடையுள்ள யுரேனியம் தன்னைத் தாக்கவரும் பொதுஇயல் மின்னிகளை

வாரி விழுங்கித் தன்னுள்ளே சிறைப் படுத்திக் கொள்ளுமாம். 235 எடையுள்ள யுரேனியம் அவ்வாறு செய்யாது தாக்குண்டு, கருச்சிதைந்து பக்கு விட்டு நிற்குமாம். இதுவே அவர்கள் கண்ட ஒரு புதுமை. யுரேனியத்தின் அணு எடை 238 எடை என்றால் என்ன? அதன் கரு எப்படி இருக்கிறது. கீழேயுள்ள படத்தில் இது விளங்கும்.

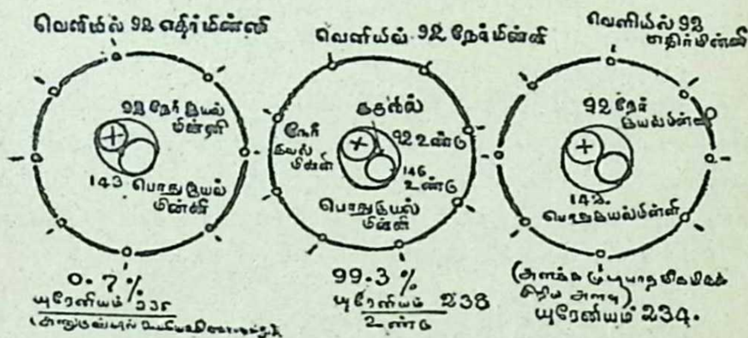


இதனால் இதன் நடுவிலுள்ள கருவில் 92 நேர் இயல் மின்னிகள் உள்ளன. இவை மின் ஊட்டம் பெற்றவை. மிகுதியான எடை 146. இந்த எடை பொது இயல்

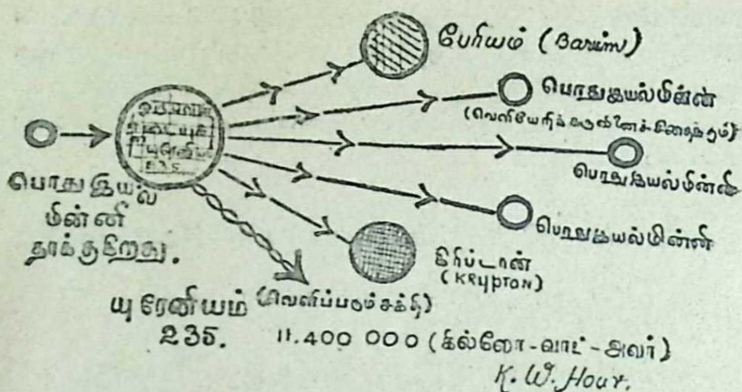
மின்னிகளாகவே மொத்த எடை (238–92=146) கிடக்கின்றது. இதனைச் சுற்றி 92 எதிர் மின்னிகள் தங்களுடைய நிலைகளிலிருந்து கருவைச் சுற்றிச் சுழல்கின்றன. இதனுடைய ஓரிடத்தான்களையும் கீழேயுள்ள படங்களில் காண்போம்.

யுரேனியத்தின் ஓரிடத்தான்கள் (Isotopes)

(*100 எடையுள்ள* **238** *யுரேனியத்தில்*)



இந்த யுரேனியம் 235 என்பதின் கருவினை ஒரு பொது இயல் மின்னி கொண்டு தாக்குவோமானால் என்ன ஆகிறது? அது சிதையும். இதினின்று பல பொது இயல் மின்னிகள் வெளிப்படும். அவை அருகில் உள்ள 235 எடையுள்ள யுரேனியத்தைத் தாக்கிப் பக்குவிடச் செய்யும். (*Uranium fission*) இவ்வாறு யுரேனிய அணுக்கள் உள்ள வரையிலும் பொது இயல்மின்னிகள் வெளியேறிக் கருவினைச் சிதைத்துக் கொண்டே வரும். இதனை அடுத்த பக்கத்தில் காண்க.



இவ்வாறு யுரேனிய அணுக்கள் உள்ளவரை பொது இயல்மின்னிகள் வெளியேறிக் கருவினைத் தாக்கிக் கொண்டே போகின்ற இயக்கத்தினைச் தொடர்நிலை இயக்கம் அல்லது சங்கிலித் தொடர்நிலை இயக்கம் (*Chain reaction*) என்று அறிஞர்கள் பேசுகிறார்கள்.

சங்கிலித் தொடர்நிலை இயக்கம்

238 எடையுள்ள யுரேனியத்திலிருந்து 235 எடையுள்ள யுரேனியத்தினை அப்பட்டமாகப் பிரித்தால் மட்டுமே இந்தச் சங்கிலித்தொடர் நிலை இயக்கம் முடியும்; இல்லாமற்போனால் 238 எடையுள்ள யுரேனியமும், பிற பொருள்களும், பொது இயல் மின்னிகளை அவை மேலே சென்று அணுக்கருவினைச் சிதைக்காதபடி விழுங்கிவிடும். இப்படிப் பிரிந்த 235 எடையுள்ள யுரேனியத்தினையே முதலில் ஹிரோஷிமாவில் எறிந்த அணுக் குண்டில் அமெரிக்கர் பயன்படுத்தினர்.

{3 பொது இயல் மின்னி வெளி யாகின்றன.} {9 பொது இயல் மின்னி வெளி யாகின்றன.} {27 பொது இயல் மின்னி வெளி யாகின்றன.}

[நடுவே தாக்கப்படாது கிடைக்கின்றவை அணு எடை 238 உள்ள யுரேனியம்.]

மூன்றுநாளில் வேறொரு புதுமை

மூன்று நாட்களுக்குப் பின்...நாகாஸ்கியில் எறிந்த அணுக்குண்டில் வேறுவகையான யுரேனியம் பயன் பட்டது. 235 எடையுள்ள யுரேனியத்தினை அப்பட்டமாகப் பிரிப்பது அருமையினும் அருமை. 238 எடையுள்ள யுரேனியத்தினைப் பொதுமின்னிகள்கொண்டு தாக்கினர்.

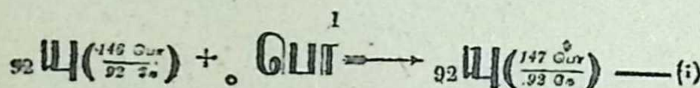
(குறிப்பு)

யு - யுரேனியம்
நெ- நெப்டியுனியம்
பு - புளுடோனியம்

இங்கு குறிக்கப்படுவனவற்றின் இலக்கணம்

இதன் இடப்புறத்தில் எழுதும் எண் அணுஎண்ணாம். இதுமின் ஊட்டம் குறிக்கும். இதன் வலப் புறத்தின்மேல் எழுதும் எண் அணு எடையாம்.

பொ - பொது இயல் மின்னி (Neutron) எடை (1) மின்ஊட்டம் (0)
எ - எதிர்மின்னி (Election) எடை (0) மின்ஊட்டம் (–1)
நே - நேர்இயல்மின்னி (Proton) எடை (1) மின்ஊட்டம் (+1) இவைகளுக்குள்ளேயே சமநிலையைக்குறிப்பது **வாய்பாடு**



(குறிப்பு)

இந்த வாய்பாட்டில் கவனிக்க வேண்டியது ஒன்று உண்டு. மேல் எழுதப்பெறும் தொகைகளைக் கூட்டினால் —> (அம்புக்குறிக்கு) முன்னும் பின்னும் (அதாவது இருபுறத்தும்) உள்ள எண்ணின் தொகை ஒன்றாதல் வேண்டும். ஏன்? எடை மாயமாகப் போகாதன்றோ? இப்படியே கீழ் எழுதப் பெற்றுள்ள தொகைகள் இருபுறத்தும் சரியாக இருத்தல்வேண்டும். ஏன்? மின் ஊட்டம் மாயமாகப் போகாதன்றோ?

புதிய பொது இயல் மின்னி நுழைந்ததால் எடை மட்டுமே மிகுதியாயிற்று. மின்ஊட்டம் மாறவில்லை. இந்த

யுரேனியத்தின் அணு எண் 92. அணு எடை 239. இர நிலைத்திருக்கும் பொருள் அல்ல. விரைவில்மாறும். இதன் வாழ்வு 23 நிமிடம்தான். ஒரு நாழிகை ஆனதும் அதன் அற்ப ஆயுளும் முடிந்துவிடுகிறது. வேறு ஒரு பிறவியை எடுக்கிறது. இதன் உதரத்தினின்று ஓர் எதிர்மின்னியாம் வீரன் குதித்து ஓடிவிடுகிருன். மிக மிகச் சிறிய எடையே இவன் எடை. எனவே தாயின் எடை குறையவில்லை. மற்று என்ன? தாயின் கருவில் பொது இயல் மின்னியில் ஒடுங்கி இருந்த இவ்வீரன் அங்கிருந்து ஓடுகிருன். பொது இயல் மின்னி நேர் இயல் மின்னியாக மாறுகிறது. இதனை இப்படம் விளக்கும்.

பொதுஇயல் மின்னி { 1. நேர்இயல் மின்னி + 1. எதிர்மின்னி } ⟶ [(1 எதிர்மின்னி) போகும்] [(1. நேர்இயல் மின்னி) எஞ்சி நிற்கும்.]

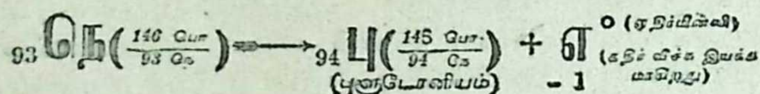
ஒரு நாழிகை ஆனவுடன் நேரும் காட்சி இது.

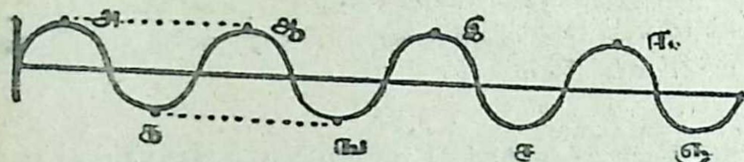
$^{239}_{92}$யு (147 பொ / 92 நே) ⟶ (எதிர்மின்னி ஓடுகிறது) ⟶ $^{239}_{93}$நெ (146 பொ / 93 நே) ——(2)

(-1)எ^{0}

கருவிலிருந்து எதிர்மின்னி போனது என்ருல் என்ன? பொது இயல் மின்னியிலிருந்து எதிர் மின்னி போயிற்று என்றே பொருளாம். வேறு எதிர்மின்னி இருக்க இங்கு இடம் ஏது? அதனுல் பொது இயல் மின்னி நேர் இயல் மின்னியாக மாறுகிறது. எனவே 147 பொது இயல் மின்னிகள் 146 பொது இயல் மின்னிகளாகக் குறைகின்றன. புதிதாக உண்டாகிய நேர் இயல்மின்னி முன்னிருந்த 92 நேர் இயல் மின்னிகளுடன் சேரும்; ஆக மொத்தம் 93 நேர் இயல் மின்னிகளாக ஆகின்றன. இதனுல் நேர் மின்

ஊட்டம் 93 ஆகிறது. மின் ஊட்டம் மாறினல் அணுவின் இடம் மாறுகிறது. இதற்கு நெப்டியூனியம் என்று பெய ரிட்டனர். இந்தப் புதுப்பொருளும் உலகினை விரும்பக் காணும் இரண்டு நாட்களில் இதனின்றும் ஓர் எதிர் மின்னி குதித்து ஓடி கதிர் வீச்சாக ஒளிர்கிறது.



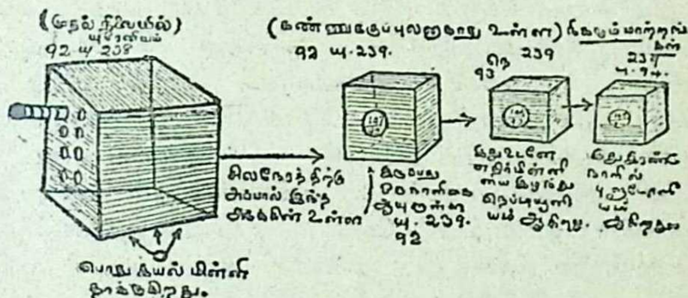


[அ — ஆ. அலை நீளம். க — ங. அலை நீளம்]

முன்னர்க் கூறியபடியே இங்கு பொது இயல் மின்னிகளின் எண்ணிக்கையில் ஒன்று குறைய, நேர் இயல் மின்னூட்டம் ஒன்று உயர்ந்து புளுடோனியம் என்ற பெயரோடு புது அணு தோன்றுகிறது. பிறவகை யுரேனியத்தைவிடப் பொது இயல் மின்னியைப் பற்றிக் கொண்டு அதனைச் சிறைசெய்யும் ஆற்றல் குறைந்தே இந்தப் புளுடோனியம் விளங்குகிறது. ஆதலின் பொது இயல் மின்னிகொண்டு இதன் கருவினைத் தாக்கினல், 238 எடையுள்ள யுரேனியம் பொது இயல் மின்னி யைச் சிறைசெய்வதுபோல இது சிறைசெய்யமாட்டாத தால் இதன் கருவானது சிதைந்து பொது இயல் மின்னிகளை வெளியேற்றும். இவ்வாறு வெளியேறும் பொது இயல் மின்னிகள் தொடர்நிலை இயக்கத்தினைச் சீக்கிரத்தில் விளை விக்கும். 238 யுரேனியத்தினின்று 235 எடையுள்ள யுரேனியத்தைப் பிரிப்பது அருமை எனக் கண்டோம்.

ஆனல் புளூடோனியத்தை 238 எடையில் பல்கிக்கிடக்கிற யுரேனியத்திலிருந்து எளிதில் படைக்கலாம் இவ்வாறு படைத்ததையே புதிய அணுகுண்டினில் புகுத்தி நாகாஸ்கியில் வீசி எறிந்து அந்தப் பாழினை விளைவித்தனர். இப்படி மூன்றுநாளைக்குள் விஞ்ஞானமுறை பழையதாகிப் போகின்ற நிலையை இந்த அணுக்குண்டு வரலாற்றிலேயே காண்கிறோம்.

யுரேனியம் 238இல் இருந்து புளூடோனியம் படைப்பது.

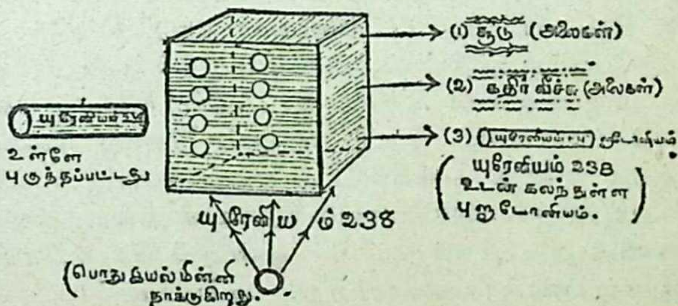


( ) 238 அணு எடையுள்ள யுரேனியத்தினைச் சிறு தடிகளாகச் செய்து அலுமினியக் குழைகளுள் புகுத்தி எழுதுகரி (Graphite) அடுக்கின் உள்ளே வைக்கிறார்கள்.

[வர்ப்பாடு 1, 2, 3 இவைகளைக் காண்க]

கடைசி நிலையில் 3 வெளி வருவது?

கடைசிநிலையில் - 3. வெளிவருவது?



ஓராண்டுச் செலவு ஒரு விநாடியில்

யுரேனியத்தினை எவ்வாறு எழுதுகரி என்ற க்ராபைட் (*graphite*) கட்டுக்குள் வைத்துப் புளூடோனியத்தினை அறிஞர் படைத்துவந்தனர் என முன்பக்கத்தில் காட்டிய படம் நன்கு விளக்குகிறது. இங்கு சூட்டலைகள், கதிர் வீச்சு அலைகள் முதலியன ஒன்றாக உடன் எழுகின்றன என்றும் காண்கிறோம். இச் சூட்டலைகள் அங்கு வேலை செய்யும் தொழிலாளிகளை ஒன்றும் செய்யாதிருக்க வேண்டும். அதற்காக அவைகளைக் குளிர் காற்றினால் அறிஞர் குளிரவைத்தனர். பிற கதிர்வீச்சு இயக்கங்கள் மக்களை அழிக்காதபடி தண்ணீர் ஈயம் முதலிய தடைகளை எழுப்பி அடுக்கி மக்களைத் தீங்கினின்றும் காத்தனர். இவைகளெல்லாம் பெரியவேலை. யுரேனியத்தினைக் கரிக் கட்டினுள்ளே வைத்துப் பின்னர் அது புளூடோனியம் ஆன உடன் அதனை எடுத்துவிட்டுப் புதிய யுரேனியத் தினைக் கட்டுக்குள்வைப்பது எப்படி என்ற பெரிய ஐயம் எழுந்தது. யுரேனியத்தினைக் கம்பிகளாகச்செருகி எளிதில் எடுப்பதற்கு ஏற்பாடுசெய்தனர். இவ்வாறு புளூடோ னியத்தினைப் படைத்துவரும்போது எதிர்பாராதபடி கேடு வரும் என்று தெரிந்து அதனைத் தடுக்கவேண்டும். அதற் காகச் சில காட்மியத் (*Cadmium*) தகடுகளைக்கொண்டு இந்தப் பெரும்பூதத்தின் பிறப்பினை அடக்கி ஆண்டனராம். இந்த அணுக்குண்டு செய்த இடத்தில் 60,000 மக்கள் வேலைசெய்தனராம். இதற்கெல்லாம் செலவு எவ்வளவு பிடித்தது என்று கணக்கிட்டபோது 40 லட்சம் டாலர் என அறிந்தனர். இந்தியாவில் நடுவிடத் துரைத்தனமும், மாகாணத் துரைத்தனமும் ஓர் ஆண்டில் செலவுசெய்யும் அவ்வளவு பணம் செலவாயிற்று. அம்மம்மா!

வெடிப்பது எப்படி ?

தொடர்நிலை இயக்கம் எழவேண்டுமானுல் புளூடோனியம் 5 இராத்தலுக்குக் குறைந்து இருந்தால் பயனில்லை. இவை ஒருங்கு திரண்டு இருந்தால் அண்டக் கதிர்கள் (Cosmic rays) பாயும்போது இவை வெடிபடலாம். அண்டக் கதிர் என்ருல் கதிர் வீச்சு இயக்கமன்ரே? கதிர் வீச்சு இயக்கம் என்ருல் பொது இயல் மின்னியின் ஓட்டமும் நடைபெறுமன்ரே? ஆகவே இந்த 5 இராத்தல் துண்டினைச் சிறுதுண்டுகளாகப் பிரித்து வைத்திருக்க வேண்டும். யுரேனியம் இயற்கையாகவே சிதைந்தால் அணுகுண்டு வருமா? வெடிமருந்தினை அகலப் பரப்பி எரிப்போமானுல் அது வெடிக்காது; மத்தாப்பு எரிவது போலவாவது நல்லவிளக்கு எரிவதுபோலவாவது நன்ருக எரிந்து அவியும். வெடிமருந்தினை ஒரு குழையில் நன்ருகக் கெட்டித்துத் திணிப்போமானுல் அது தீப்பிடித்த உடன் வெடிக்கும். ஏன் இந்த இரண்டுசெயல்களுக்கும் இந்த வேற்றுமை? இரண்டும் வெடிமருந்துதானே? எரிவது குறுகியநேரத்தில் நிகழுமானுல் அவ்வளவுக்கு அவ்வளவு வெடியால் உண்டாகும் கேடு நேரிடும். எனவே வெடிக்க வேண்டுமானுல் இந்தக் குறித்த அளவினை உண்டாக்க வேண்டும். அதை எப்படிச் செய்திருப்பார்கள் என்று ஒருவாறு பேராசிரியர்கள் தெரிவிக்கின்றனர். (1) புளூடோனியச் சிறு துண்டுகளை ஒன்று சேர்க்கின்றனர். (2) அப்போது தொடர்நிலைஇயக்கம் தொடர்ந்து ஓர் உயர் நிலை எல்லையை அடையும். (3) அடைந்ததும் குண்டின் "மேல்மூடி" உடையும். (4) அடைபட்ட பொருள் சிதையும்வரை தொடர்நிலை இயக்கம் நிகழும்; அணு முழுதும் சிதைத்து வரும்,

இந்த நான்கு நிலைகளும் ஒன்று இரண்டு வினாடிக்குள் முடிந்தால்தான் வெடிகுண்டின் அழிவினைக் காணலாம். மூன்று துண்டுகளாகப் புளூடோனியத்தினைப் பிரித்து அதில் இரண்டை நிலையாக வைப்பர். மூன்றாவதைக் குறித்தபோது அதில் நுழைப்பார்கள். அது குண்டு போல அவற்றைத் தாக்கியதும் இடையீடின்றி நிகழும்; தொடர்நிலை இயக்கத்தால் மூடி உடைபடும்.

வானத்தில் வெடிப்பானேன்?

அணுக்குண்டினைத் தரைக்கு மேலே 1000 அடி உயரத்தில் குதிகுடையில் இறக்கிப் பற்றவைத்து கீழே எறிந்தார்களாம். ஏன்? இவ்வாறு செய்வதால் குண்டு வினை தரையில் பாய்ந்து துளை செய்து தன் ஆற்றலினை இழக்க வழி இல்லாமற் போகிறது. அதன் ஆற்றல் அனைத்தும் கட்டிடங்களை இடிப்பதில் ஒருமுகப்பட்டுத் தாக்குவதற்கு இடமுண்டாகாது. அணு குண்டு வெடித்ததும் கதிர் வீச்சு இயக்கங்கள் மிக மிகக் கொடியனவாக எழும். அணுக்குண்டு 1000 அடி உயரத்திலேயே வெடித்தால் அந்தக் கதிர் வீச்சுகள் தரையில் உள்ளாருக்குக் கெடுதி செய்யாமல் இருக்குமன்றோ? ஆனால் எவ்வளவு முயன்றும் கதிர்வீச்சு இயக்கத்தால் எழும் கொடுமைகளைத் தடுக்கமுடியாமற் போயிற்று. ஒரு மாதத்திற்குப் பிறகும் அணுக்குண்டினால் தாக்கப்பட்ட நகரங்களுக்குத் தொலைவிலுள்ள இடங்களிலும் மக்கள் இக்கதிர்வீச்சு இயக்கத்தின் கொடுமையால் இறந்து வந்தனர். இதன் கொடுமையைக் கேட்கின்றவர்களும் திடுக்கிடுகின்றார்கள்.

வெடியின் விளைவு

அணுக் குண்டு வெடிக்கும் போது பெருஞ்சூடும், பேரொளியும் எழுகின்றன எனக் கண்டனர். இந்தச் சூட்டினை எப்படி அளப்பது? 10 கோடி சுழியுள்ள சூடு! இது என்ன விளங்குகிறது? சூரியனுடைய மேல் பரப்பில் உள்ள சூடு சுமார் 6000° C என்பர். அதன் வயிற்றினுள்ளேயுள்ள சூட்டினை அளக்க முடியவில்லை என்பர். அதுவும் சில கோடிதான் இருக்கும். சூரியனின் சூட்டினை விட நட்சத்திரங்களின் சூடு அதிகம். ஒருவேளை நட்சத்திரத்தின் நடுவயிற்றிலிருந்து ஒரு துண்டு வீசி எறிந்தாற் போன்று இருக்கும் எனலாமோ? கண்ணகி இட்டதீ மதுரைமா நகரத்தை அழித்தது என்று புராணம் கூறுகிறது. வருங்காலச் சரித்திர நூல் அணுக்குண்டு இட்ட தீயின் வரலாற்றைக் கூறுமன்றோ? 100 கோடி சூரியப் பிரகாசம் என்று சாதாரண வழக்கில் வழங்குவர். இது பேரொளியைக் குறிக்குமாம். இங்கு கண்ட ஒளியே கோடானுகோடி சூரியப் பிரகாசம் போன்றது. ஆனல், இந்த ஒளி ஒரு சிலவிமிடம்தான் இருந்தது. எஃகு கோபுரத்தின் மீது அணுகுண்டு வீசியது ஞாபகத்திற்கு வரலாம், கோபுரம் ஆவியாயிற்று. கீழே இருந்த மண் உருகிக் கண்ணாடிப் பாறையாக மாறியது. சுற்றுப்புறக் காற்று அயனி அயனியாக (*ion*) மாறியது. இவ்வளவு தானு அமுக்கம்? 10^9 அட்மோஸ்பியர் * ஆக மாறுகிறது.

---

* ஒரு அட்மோஸ்பியர் அமுக்கம் என்பது காற்று சாதாரண நிலையில் இருக்கும்போது பொருள்களின்மீது இயற்கையாகத் தாக்கிவரும் அமுக்கம். இது ஒரு சதுர அங்குலத்திற்கு 15 பவுண்டு என்பர். அம்மம்மா! இவ்

இந்த ஆவிப் புயல் வெற்றிடமெல்லாம் வேகமாகப் பரவும். சோடாப்புட்டியினுள்ளே காற்றின் அமுக்கத்தினுல் கோலி அமுத்தி வைத்திருப்பதை நாம் எல்லோரும் அறிவோம். ஏதோ காரணத்தால் அந்தப்புட்டி வெடிக்குமாயின் உள்ளே இருக்கும் கோலி வேகமாய் ஓடி வெளியே இருக்கும் பொருளை நன்ருகத் தாக்குவதை அடிதடி சண்டைகளில் நாம் காண்கிருேமன்ருே? அவ்வாறே ஒரு புட்டியில் பல கோலிகளைப் போட்டுக் காற்றின் அமுக்கத்தினுல் அவைகளை அங்கு வைத்திருப்போமாளுல் அது வெடித்ததும் கோலிகள் நான்கு பக்கங்களிலும் வேகமாகச் சிதறும். அந்த ஆவிப் புயலின் அமுக்கத்தினுல் அருகிலிருக்குங் கட்டிடங்கள் எல்லாம் அணுவாகக் கரையும். பல ஆயிர அடி தொலைவில் உள்ளவை அனைத்தும் எரிந்து சாம்பலாகும். இந்த எல்லையைத் தாண்டித் தப்பிச் செல்லும் உயிர்கள் மேலும் நரக வாதனையில் சிக்கும். கதிர் வீச்சுகள் பெரியதோர் அளவில் எழும். இவை விரைவில் மறையும். ஆனல் இவற்றில் சில பல, பல நாட்கள்வரை தங்கிக் கிடக்கும். இதன் காரணமாகத்

வளவு அமுக்கமும் நம் உடலில் தாக்கினுல் நமது உடல் நசுக்குண்டு போகாதோ என்னும் கேள்வி பிறக்கலாம். ஆம். காற்று பல திசைகளினின்றும் தாக்குகிறது. ஒரு புறத்தேயுள்ள தாக்கல் மற்ருெரு புறத்தே உள்ளதை ஈடு செய்யலாம். இதன்றியும் நமது உடலினுள்ளேயுள்ள காற்றின் அமுக்கமும் இதனை எதிர்த்து நிற்கிறது. சடப் பொருள்களின்மீது தாக்கும் காற்றும் அதனை அழிக்காது இருப்பது இதனுலேயேதான். உள்ளிடம் வெற்றிடமாக (*Vacuum*) இருப்பின் பொருள் நசுக்குண்டுபோகும்.)

தலைமுறை தலைமுறையாகவும் சில மாறுதல்கள் விளைய லாம் என்று 1946ம் ஆண்டில் நோபல் பரிசு பெற்ற ஓர் விஞ்ஞானி கூறுகிறார்.

பிற வெடிகள்

1921ல் 90 லட்சம் இராத்தல் அமோனியம் நைட்ரைட் ஜெர்மானியில் வெடித்தது. 1000 மக்களைக் கொன்றது. 1500 பேர் காயம் பட்டனர். 4 மைல் வட்டத்திற்குள் பெருங்கேடு விளைவித்தது. 1945ல் 700 கிராம் யுரேனியம் (235) இந்தப் பெருங்கேட்டினை எளிதில் செய்து முடித்தது. பம்பாய்த் துறைமுகத்தில் T. N. T. என்ற வெடி மருந்து வெடித்து. இதுவும் 700 கிராம் யுரேனியம் செய்யும் வேலைக்கு ஒப்பேயாம். நல்ல காலம். பம்பாய்த் துறைமுகத்திற்கு ஒரு மைல் தூரத்தில் வெடித்தது. பட்டணத்தின் நடுவில் வெடித்திருந்தால் என்ன ஆகி இருக்கும்? 100 கிராம் யுரேனியம் (235) வெடித்தால், 10 லட்சம் மக்கள் இறப்பது எளிது. ஆனால் இப்போது பொருண்மையில் ஆயிரத்தில் ஒரு கூறே ஆற்றலாக மாறி இத்தகைய உருத்திர தாண்டவம் ஆடுகிறது. அணு முழுவதும் ஆற்றலாக மாறினால் என்ன ஆகும்? மனிதன் எப்போதும் இந்த அணுச்சக்தியை அழிக்கும் சக்தியாக வைக்கப் போவதில்லை. ஆக்கும் சக்தியாகவும் மாற்றுவான். அதனைப் பின்னர்க் காண்போம்.

7. கதிர் வீச்சில் ஒரு காலசஞ்சிவி

கோலியாட்டம்

இக்காலத்தில் விளையாட்டுகள் பல்கிப் பெருகிப் பள்ளிகளிலும் நுழைந்து ஆசிரியருக்குப் பேர் உதவியாக விளங்குகின்றன. விளையாடாத பிள்ளைகளும் உண்டா? விளையாட்டில் பலவிதம் உண்டு. இதோ ஒரு பையன் ஓர் விளையாட்டினை விளையாட ஆரம்பிக்கின்றான். மேசைமீது ஒரு வழவழப்பான கிண்ணத்தில் ஒரேமாதிரியான கோலிகள் கிடக்கின்றன. கிண்ணத்திற்கு ஆழமும் இல்லை. உயரமும் இல்லை. அதற்குள் புதியதோர் கோலி ஒன்றினை விசையாக உருட்டிவிட்டால் என்ன ஆகிறது என்று பார்க்கிறான். உள்ளிருக்கும் கோலியில் ஒன்று இரண்டு வெளியேறி எதிர்புறத்தே குதித்து ஓடுகின்றன. இரண்டாவதாக மற்றொரு கோலி ஒன்றை எடுத்துக் கொஞ்சம் வேகம் குறைவாக உருட்டிவிடுகின்றான். இந்தக்கோலி கிண்ணத்திற்குள்ளே சென்று அங்கு நிலையாயிருந்த கோலிகளைத் தாக்கி அவைகளை அசைய வைக்கிறது. இந்த அசைவு நின்றாலும் முன்னே அங்கிருந்த கோலிகள் தங்களது பழய நிலைக்கு வருவதாகக் காணவில்லை. ஏன்? மூன்றாவதாகக் கிண்ணம் நிறையக் கோலிகளை அடுக்குகிறான். நாம் தினந்தோறும் தெருக்களில் கூடைகளில் விற்போர் பழம் கொண்டுபோவதைப் பார்த்ததில்லையா? இந்தக் கிண்ணத்தில் அடுக்கிக் கிடக்கும் கோலிகளுக்கும் பழக்காரன் கூடையில் அடுக்கி வைக்கும் பழங்களுக்கும் ஒருவித வித்தியாசமும் காணோம்.

இப்போது இரண்டாவதுமுறை செய்ததுபோலவே ஒரு கோலியை எடுத்துக்கொண்டு அந்தக் கிண்ணத்துக்குள் அது விழும்படி உருட்டுகிருன். இந்தப் புதியகோலி சம நிலையைப் பிறழவே செய்விக்கிறது. சிறிது அசைந்ததும் கிண்ணத்திலுள்ள கோலிகள் உருளுகின்றன. ஏன்?

கருச்சிதைத்தல்

இத்தகைய கோலி விளையாட்டினையே அணுவிடை விளையாடினர் ஓர் பெரிய விஞ்ஞானி. யுரேனியம் முதலிய பொருள்களில் இயற்கையாகவே கருச்சிதைந்து மாறுவதனைக் கண்டபின் செயற்கையாக அவ்வாறு கருவினை ஏன் சிதைக்கலாகாது என எண்ணினர். எண்ணியவர் திண்ணியர் ஆதலின் எண்ணிய எண்ணம் நிறைவேறியது. பையன் ஆடிய ஆட்டத்தினையே அவரும் ஆடினர். இயற்கை அன்னை அணுவாகிய கிண்ணத்தில் நேர் இயல் மின்னிகளாகிய கோலிகளை அழகாக அடுக்கி வைத்திருந்தாள். இக்கோலிகளைத்தாக்க இவைபோன்ற கோலிகள் அல்லவா தேவை. ஆல்பாக் கதிர்களாம் (x - *Rays*) ஹீலியக் கருக்கள் (*Helium Nucleus*) யுரேனியம், ரேடியம் போன்ற பொருள்களிலிருந்து இயற்கை அன்னையின் உதவியாலே வெளி வருகின்றன என்று அறிந்து அவற்றையே பயன்படுத்தி விளையாடினர். என்னநேர்ந்தது? கிண்ணத்திலுள்ள கோலிகளில் பல ஒன்றை ஒன்று தாக்கியபின் துள்ளிக் குதித்து ஓடி, அருகே இருந்த பொருள்களைத் தாக்கி, நாசம் செய்ததுபோல் இவைகளும் விபரீத விளையாட்டை விளையாடின. இவ்வாறு செய்கையில் சில சிக்கல்கள் ஏற்பட்டன. ஆல்பாக் கதிர்கள் நேர்மின் ஊட்டம்பெற்றவை. இவைகளை நேர் இயல் மின்னிகள் இருக்கும் கருவிடையே வீசி எறிந்தால் என்ன ஆகும்?

நேர் இயல் மின்னி நேர் இயல் மின்னியினை வெறுத்துத் தள்ளும். இது இயற்கைச் சட்டமன்றோ? ஆதலின் அவ்வாறு வெறுத்துத் தள்ளுவதனையும் தடுக்கும்படி மிகுதியான ஆற்றலோடு தாக்க ஏற்பாடு செய்யவேண்டும். மற்றொரு சிறந்த வழி உண்டு எனக்கண்டார். மின் ஊட்டம் இல்லாத பொது இயல் மின்னிகொண்டு கருவினைத் தாக்கினால் இது தடையின்றி உள்ளேசென்று கருவினைச் சிதைக்கும். கரு இதனால் மாறுதல் அடைகிறது.

சித்தர்பொன்

கருச்சிதைவால் ஒரு பொருள் மற்றொரு பொருளாகலாம். சில சமயங்களில் அணு இரண்டு வேறு பொருளாகப் பிரியலாம். சில சமயங்களில் தாக்கச்சென்ற பொது இயல் மின்னி அணுவினுள்ளேயே சிறைசெய்யப்படலாம். அப்போது முன் இருந்த பொருள் மாறி, புதுப்பொருள் உண்டாகலாம். ஒருபொருள் வேறு ஒரு புதிய பொருளாக மாறும் இரசவாதம் இவ்வாறு நிகழ்ந்து வருகிறது. இரசத்தைத் (*Mercury*) தாக்கிப் பொன்னையும் விளைவித்தார். இந்நாளைய சித்தரான (*New alchemists*) ருத்தர்போர்டு (*Rutherford*) என்ற பெரியார். ஆனால் இப்பொன் நிலையாக இருக்கவில்லை. அணுவின் கரு சமநிலையை அடையாததால் இந்த இரசவாதப் பொன் மாறிவிடுகிறது.

[பழைய வேதாந்தநூல்கள் கூறுவது இங்கு நினைவிற்கு வருகிறது. ஒருசிலர் செம்பு, களிம்புநீங்கி இரசவாதத்தினால் பொன்னாவதுபோல உயிரும் மலம் நீங்கிச் சிவமாகும் என்று கூறுவார்கள். இதனை மறுக்க வந்தவர்கள் "செம்பு இரசவாதத்தால் பொன்னானாலும் 300ஆண்டுகளுக்குப்பின் பழயபடி செம்பே ஆகிவிடுமாம். ஆதலால் உண்மையில்

செம்பு பொன்னுவதில்லை. சீவனும் சிவனுவதில்லை'' என்று எடுத்துக் காட்டுவார்களாம். இதற்கேற்ப இந்நாளைய புதிய இரசவாதத்தால் எழுந்த பொன்னும் நிலையாக நில்லாமல் விரைவில் மாறிவிடுகிறது.]

உயிரணுப்போல் ஒன்று இரண்டாம்

கருவினைத் தாக்கிச் சிதைப்பதால் (கோலிகள் கிண்ணத்தில் ஆடியதுபோல) கரு ஆட்டம் கொடுக்கிறது. அப்போது கதிர்வீச்சு இயக்கங்கள் எழுகின்றன. பெரிய அளவில் ஒளியும் சூடும் பிறக்கின்றன. சில சமயங்களில் புதிய அணுக்களாகப் பிரிந்தாலும் பிரியலாம். அவ்வாறு பிரியாது நின்றாலும் நிற்கலாம். இந்தக் கலங்கிய நிலையில் நாம் காணும் அணுக்கள் மின் ஊட்டம் மாருது நிற்பினும் (அதாவது அணு எண் வகையால் ஒன்ருனாலும்) எடையினுல் பேதப்பட்டு நிற்கும். இவ்வாறு அணு எண் ஒன்ருகவும் அணு எடை பேதப்பட்டும் நிற்கும் பொருள்களை ஓரிடத்தான்கள் (*Isotopes*) என்கிருேம். ஒன்று இரண்டு என வரிசைப்படுத்திய வரிசையில் ஒரே இடத்தில் ஒரே அணு எண்பெற்று நிற்பதால் இவற்றை ஓரிடத்தான்கள் என்பதுபொருத்தமே. இவை கம்மாக்கதிரை (*Gamma Rays*) வீசும். சூடு முதலியவற்றை வெளிப்படுத்தும். இவற்றின் சிறப்பியல்பு கதிர்வீச்சேயாம்.

தீராநோய் தீர்ப்பது

உயர்ந்த யாகத்தில் இருந்து எழுந்த பெரிய பூதம், அற்ப ஆயுளுடையதாக இருந்தால் பயன் என்ன என்ற கேள்வி எழுமல்லவா? அதுபோல வெகு தீவிரமுயற்சியால் உண்டான, சிறிதுபோதே உயிர்பெற்றிருக்கும் இந்தக் கதிர்

வீச்சு இயக்கம் பெற்றெடுத்த ஓரிடத்தான்களால் (*Radio active Isotopes*) உலகிற்கு என்னபயன்? இதன்பயனை என்ன என்று கேட்கவேண்டும். ஜப்பானிய நகரங்களைக் கேட்டால் சொல்லும் வெளிவரும் சூடு மிக மிகப்பெரியது; ஆற்றல் உடையது; என்னென்ன செய்யக்கூடும் என்பது பற்றி முன்னரேகண்டோம். அதன்பின் எஞ்சி நிற்கும் பொருளாம் ஓரிடத்தான்களும், விடாது வீசும் கதிர்வீச்சுக் களும், இன்று மருத்துவத்துறையில் மிகவும் பயன்படுகின் றன. புற்றுப்புண் என்றநோய் பெருவாரியாக மக்களிடை உலவுகிறது. இதனை கான்சர் (*Cancer*) என்று வழங்கு கிறார்கள். இது உடம்பில் எங்கேயாகிலும் வரும். அந்தப் பாகத்தை அது அரித்துத் தின்னும். இதனை ரேடியம் (*Radium*) என்ற பொருளின் உதவியால் ஒருவாறு தடுக் கிறார்கள். ரேடியத்தினின்று எழும் கம்மாக்கதிரைப் பயன்படுத்தியே மருத்துவம் செய்கிறார்கள். உலகத்தி லுள்ள ரேடியம் எல்லாம் சேர்த்தால் 10 இராத்தல் இருக் கும். இதன் விலையோ பல கோடி ரூபாய். இதனைக் குழாய் போன்ற ஊசிகளுக்குள் அமைத்து அந்த ஊசிகளை நோயுள்ள இடங்களில் சொருகி வைத்து உபயோகிக் கிறார்கள். இந்தப் பொருளின் அளவு மிகக் குறைவாக இருப்பதால் தேவையான எல்லா மக்களுக்கும் இதனைப் பெருவாரியாகப் பயன்படுத்த முடியவில்லை. இன்று கம்மாக்கதிர்களைச் செயற்கை மூலமாக எளிதில் எழுப்ப முடிவதால் இதனைப் பல மக்களுக்குச் சுலபமாக வழங்கி அவர்கள் துன்பத்தை நீக்கலாம். பொது இயல் மின்னி கொண்டு தாக்கினால் எந்த அணுவிலும் இப்போது இந்தக் கம்மாக் கதிர் வீச்சு எழும்படி செய்யலாம். இவ்வாறு வெளிவரும் கதிர்களைக் கொண்டு புற்றுப்புண் முதலிய வற்றினை ஆற்றிவைப்பது எளிதாகிறது.

காது வெட்டிய ஆடு

கதிர்வீச்சு ஓரிடத்தான்கள் (*Radio-active Isotopes*) காது வெட்டிய ஆடுகள் எனலாம். நாட்டுப்புறங்களில் ஆடுகளின் காதில் சிறிதளவு வெட்டிவிடுவார்கள். இது ஒருஅடையாளக்குறி. இத்தகைய ஆடுகள் திருட்டுப்போனலும் இவற்றைச் சுலபமாகக் கண்டுபிடித்துவிடலாம். கோயிலுக்காகச் சூலம் பொறிக்கப்பட்ட மாடுகள் போன்றன என்றும் கூறலாம். ஏனெனில் இக்கதிர் வீச்சு ஓரிடத்தான்கள் போகும் வழியைப் புகைப்படம் பிடிக்கலாம். கதிர் வீச்சுச் செயற்பாட்டினை அளக்கும் கருவி கொண்டும் (*Gold leaf Electioscope*) கண்டுபிடிக்கலாம். நெஞ்சுச் சுரப்பி (*Thyroid gland*) என்று நமது நெஞ்சுக் குழையில் ஒன்று உண்டு. அது சரியாக வேலைசெய்யா விடின் பல நோய்கள் எழும். உடம்பு சிலவேளைகளில் அளவுக்கு மிஞ்சிப் பெருக்கும். இந்தச் சுரப்பியில் ஐயோடைன் (*Iodine*) என்ற பொருள் சுரக்கின்றது. அதனல் உடம்பிற்குப் பல நன்மைகள் விளைகின்றன. இச் சுரப்பி சரியானபடி உடலுக்குவேண்டிய அளவு ஐயோடைனை விளைவிக்கிறதா என்று அறியவேண்டும். பொது இயல் மின்னி கொண்டு தாக்கி இயற்கை ஐயோடினை, ஐயோடினது ஓரிடத்தானும் செயற்கை ஐயோடினுக மாற்றலாம். இது கதிர்வீசும் செயற்பாடுடையது. அதனல் இதனை எங்குச்சென்ருலும் கண்டுபிடிக்கலாம். இதனை நோயாளிக்கு உண்ணக்கொடுத்தால் அது ஐயோடின் உள்ள இடத்திற்போய்ச்சேரும்; நெஞ்சு சுரப்பிலும் போகும். இவ்விடங்களில் எவ்வளவு ஐயோடின் அணுக்கள்போய்ச் சேர்கின்றன; எவ்வளவு விரைவில் சேர்கின்றன என்று கம்மாக்கதிர் ஆராயும் கருவியான கைகர்

எண்ணி (*Geiger Counter*) கொண்டு கண்டுபிடிக்கலாம். இந்தவகையாக நெஞ்சுச் சுரப்பி ஐயோடினை உட்கொள்ளும் நிலை கெட்டிருக்கிறதா இல்லையா என அறிவது எளிது. வேறுவகையில் கண்டறிவதற்கே இல்லை.

கோள்சொல்லுதல்

உணவுப் பொருள்கள் சிலபோது உடலில் பலவகையாக மாறிப் பல சிக்கல்களை விளைவித்து நோய்களை வளர்க்கின்றன. இங்கு என்னகேடு என்பது சரியாக விளங்குவதில்லை. ஹைட்ரஜன் (*Hydrogen*) ஆக்ஸிஜன் (*Oxygen*) கரி முதலியவற்றைச் செயற்கையில் கதிர்வீச்சுடையனவாக்கிக் கொடுத்தால் உடலில் அவை போகும் வழியை எல்லாம் கருவிகொண்டு அறியமுடியும். எங்கெங்கே என்னென்ன நேரிடுகிறது? எதனுல் கோளாறு உண்டாகிறது? என்று இந்தச் செயற்கைப் பொருள்களின் கதிர்கள் நமக்குக் கோள்சொல்லிவிடும். எலும்பினைப் பற்றி ஆராயச் செயற்கையால் கதிர் வீச்சுப்பெற்ற எரிகந்தகம் (பாஸ்பரஸ் - *Phosphorous*) துணைசெய்யும். கதிர் வீச்சுப்பெற்ற இரும்பு இரத்த அணுக்கள் எப்படி அமைகின்றன? எங்கே அமைகின்றன? என்பதனை எல்லாம் விளக்கும். செயற்கையாகக் கதிர்வீச்சுப்பெற்ற சோடியம் இரத்தம் உடலில் எவ்வாறு சுற்றிவருகிறது என்பதனைப் புகைப்படத்தில் படம்பிடித்துக் காட்டும். இங்கு மற்றொருநயமும் உண்டு. நோயைக் கண்டுபிடிப்பதோடு மட்டும் நில்லாமல், இவை நோயை ஆற்றும் திறமையும் உடையவை. கம்மாக்கதிர்களுக்கு அத்தகைய ஆற்றல் உண்டென்று நாம் முன்னரே கண்டோமன்றோ? உயிர்ப்பொருள்களில்மட்டுமல்லாமல், தொழிற்சாலைகளில்

செய்யப்பெறும் பொருள்களிலுள்ள ஒழுக்கல் பிளவு முதலியவற்றினை எடுத்துக்காட்டுவதற்கும் இந்தச் செயற்கைப் பொருள்களைப் பயன்படுத்தலாம்.

செல்லி ஆத்தாள்

அணுக்களில் நேர் இயல் மின்னிகளும், எதிர் மின்னிகளும் இணைந்து நேர் மின்னூட்டமும் எதிர் மின்னூட்டமும் சரிநிலைசமானமாக இருக்கும் எனக் கண்டோம். எதிர் மின்னிகள் சூரியனைச் சுற்றிவரும் கோள்கள் போன்றன என்றோம். அணுக்கள் ஒன்றோடொன்று சேரும்போது இந்த எதிர் மின்னியின் ஆற்றலே செயற்படுகின்றது. இந்த ஆற்றல் ஒளியாக வெளிவரும். சூடாகவும் வெளிவரும். ஆனால் எதிர் மின்னிகளுக்கு உள்ளே இருக்கும் அணுக்கருவே சிதைந்துவரும்போது எழும் ஆற்றல் இதனினும் பெரியது எனக் கண்டோம். ஓர் அணுவிலிருந்து எதிர் மின்னி ஒன்று தப்பி ஓடுமானல் என்ன நிகழும்? மின்சாரச் சமநிலையில் இருந்த அணு இப்போது எதிர்மின் ஊட்டம் குறைந்துநிற்கும். அதாவது நேர்மின் ஊட்டம் பெற்றிருக்கும் என்பதாம். இருந்த இடத்திலேயே சிலைக்கல்போலக் கிடந்த நிலை நீங்கி அந்த அணு அலையத்தொடங்கும். எவ்வளவுநேரம் அலையும்? மற்றோர் எதிர்மின்னியைக் கண்டுபிடித்துத் தனக்குள்ளே சிறைப்படுத்திக்கொள்ளும்வரை இப்படியே அலையும். மின்சாரம் சமநிலையில் இருப்பதனையே அணு என்று வழங்கிவந்தோம். சமநிலையினின்றும் பிறழ்ந்து மின்னூட்டம் பெற்றுச் சென்று அலைகின்ற இவற்றை அணுவினும் வேறு பிரித்துச் செல்லி அல்லது அயனி (*Ion*) என வழங்குவர். அணு ஓர் எதிர்மின்னியை இழந்தால் ஒருமுறை செல்லியாயது (*Singly Ionised*) என்பர். இரண்டு

எதிர்மின்னிகளை இழந்தால் இருமுறை செல்வியாயது (*Doubly ionised*) என வழங்குவர். கதிர் வீச்சு இயக்கம் (*Radioactivity*) எழும்போது இவ்வாறு அணுவிலிருந்து எதிர்மின்னிகள் தப்பி ஓடுவதும், கதிர் வீச்சாக மாறுவதும் நிகழ இடம் உண்டு.

அளவுகோல்

கதிர் வீச்சு இவ்வளவு என அளந்து அறிவதற்கு இதுவே ஒரு வழி எனலாம். இதனால் சுற்றுப்புறத்துள்ள அணுக்கள் செல்வியாகின்றன என்றால் கதிர் வீச்சு இயக்கம் மிக்குவர மிக்குவரச் செல்வியாவதும் மிக்குவரும் அன்றோ? ஆகவே இந்தச் செல்வி ஆக்கத்தின் அளவையே அளவாகக்கொண்டு கதிர் வீச்சின் இயக்கத்தை அளந்து அறியலாம். செல்வி ஆக்கம்கொண்டே ஆல்பாக் கதிர், பீடாக் கதிர், கம்மாக் கதிர், எக்ஸ்ரே அல்லது புதிர்க் கதிர் முதலியவற்றின் இருப்பினைப்பற்றித் துப்பறியலாம்.

Measuring Instruments:—

1. *Individual desimeter.*
2. *Portable dose rate meter.*
3. *Contamination meter.*

கேடு வரும்

செல்வி ஆக்கமே மேலே நாம் கூறிவந்த மருத்துவ முறைக்கு அடிப்படையாம், கதிர் வீச்சுக்கள் உடலில் உள்ள அணுக்களையும் செல்வி ஆக்குகின்றன, இவை உடலிற் பாயும்போது சிலபோது உயிருக்கே உலை வைத்த தாக முடியும். சிலபோது உடலில் உள்ள உறுப்புக்கள் கெட்டு விடும். சில சமயங்களில் உடலில் நோய் தீர்ந்து

உறுப்புகள் திருந்தும். இவ்வாறு எழுகின்ற கேட்டினே எவ்வாறு அளப்பது? செல்லி ஆக்கத்தின் அளவு கொண்டே அளக்கலாம். கவனிக்க வேண்டிய இன்னெரு முக்கியமான விஷயம் உண்டு. ஆல்பாக்கதிர்களும், பீடாக் கதிர்களும், கம்மாக்கதிர்களும் இயற்கையின் வழியே எழுகின்றன. ஆதலின் இவற்றின் அளவினேச் செயற்கை முறையில் அடக்கி ஆளமுடியாது. எக்ஸ்ரே யையோ நாம்வேண்டிய அளவில் கருவிகொண்டு எழுப்ப லாம். ஆதலாம் நாம் வேண்டியவாறு இதனே அடக்கி ஆளலாம். அவ்வாறே பொது இயல் மின்னிகளேயும் கருவிகொண்டு அணுவிலிருந்து விடுவித்து வேண்டிய அளவில் படைத்து வரலாம். இந்த வகையில் இதுவும் நம் ஆட்சிக்கு அடங்கியதேயாம். பொது இயல மின் னியோ தானுகச் செல்லி ஆக்கத்தினே விளேவிப்பதில்லே. அணுவிலிருந்து பொது இயல்மின்னி விடுபட்டுப் போகும் போது அதனேடு நேர் இயல் மின்னிகளும் விடுதலே பெற்று குதித்து ஓடுகின்றன. இவற்ருலேயே செல்லி ஆக்கம் நிகழ்கின்றது. அணுக்குண்டிற்காகப் புளு டோனியத்தை விளேவிக்கும்போது பாதுகாவல்களே அமைத்தது போல இங்கும் அமைக்க வேண்டும். மூன்று அடி கனமுள்ள தண்ணீரைச் சுவர்போல் அடைத்துச் சுற்றிலும் வைக்க வேண்டும். நேர் இயல்மின்னி முதலி யனவும் பலவகையான கதிர் வீச்சுக்களும் எழுவதால் ஈயத் தையும் திரையாக அமைக்கவேண்டும்.

மறலிக் கதிர்கள்

இத்தகைய கதிர் வீச்சினுல் உயிருள்ள பொருள்கள் இறப்பதுண்டு. இவ்வாறு கொல்லும் ஆற்றலேயே அள வாகக் கொண்டு கதிர் வீச்சின் பயனே அறியலாம்.

கோதுமை, அரிசி முதலியவற்றின் விதைகள் மீது இக்கதிர் வீச்சுகள் பாயுமாயின் அவ் விதைகள் முளைக்காது செத்துக் கெடுதலைக் காணலாம். பொது இயல்மின்னி பாய்ந்த விதை முளைப்பதில்லை. எக்ஸ்ரே என்ற புதிர்க் கதிரை விட ஐந்து மடங்கு எமனாகப் பொது இயல் மின்னி கொன்று தீர்க்கிறதாம். பொது இயல்மின்னியின் பின்னே பல வகையான கதிர் வீச்சுக்களும் எழுவது போல புதிர்க்கதிரின் பின்னே எழுவதில்லை. பொதுஇயல்மின்னி யால் எழும் செல்லியாக்கம் புதிர்க் கதிரால் எழுவதிலும் நூறு மடங்கு அதிகமாகும்.

அலிகளாக்குதல்

உயிர்ப் பொருளை அலிகளாக மாற்றி மேலே குட்டி போடாமல் செய்வதிலும் புதிர்க்கதிரை விடப் பொது இயல்மின்னி நான்கு மடங்கு உரம் உள்ளதாக விளங்கு கிறது. ஆண் எலிகளைக் கொண்டு ஆராய்ந்ததினால் இந்த உண்மை வெளியாயிற்று. மக்களை இப்படி ஆராய முடி யுமா? மக்களுக்குப் பொதுஇயல்மின்னி எந்த எந்த வகை யால் எல்லாம் உதவும் - எந்த எந்தக் கேடுகளை எல்லாம் விளைவிக்கும் என இதனால் உண்டாகும் நன்மை தீமை களை ஆராய்ந்து முடிவுகூறத் தக்ககாலம் இன்னமும் வரவில்லை.

இயற்கையின் இழிவு

இயற்கையாகவே கதிர்வீச்சு இயக்கம்பெற்றபொருள் களும் உண்டு. செயற்கையாகக் கதிர்வீச்சு இயக்கம் ஊட்டப்பெற்ற பொருள்களும் உண்டு. இவற்றில் செயற்கைப் பொருள்களே சிறந்தனவாம். முதலாவதாக

எல்லா அணுக்களும் இயற்கையில் கதிர்வீசும் நிலையில் விளங்குவதில்லை ஆனால் செயற்கையாக எந்த அணுவினையும் கதிர்வீசும் நிலைக்குக் கொண்டுவந்து விடலாம். 92 வகை அணுக்களில் 87 வகை அணுக்களை இவ்வாறு கதிர் வீச்சு இயக்கம் பெற்றனவாக விஞ்ஞானிகள் இன்று மாற்றி அமைக்கின்றனர்கள். இரண்டாவதாக இயற்கையிலேயே கதிர்வீசும் அணுக்களின் வயது கோடிக்கணக்காவும் ஆயிரக்கணக்காகவும் இருப்பதனைக் கண்டோம். செயற்கையில் கதிர்வீசும் அணுக்களின் வயதினை நாட் கணக்கில் எண்ணிவிடலாம்.

செயற்கையின் சிறப்பு

ரேடியம் 1700 ஆண்டுவரை இந்தக் கதிர்வீச்சு இயக்கம் பெற்றிருக்கும் எனக் கண்டோம் அன்றோ? கடிகாரத்தின் முகம் இரவிலும் தெரிவதற்காக ரேடியம் உப்பினைக் கொண்டு மணிகாட்டும் கைகளையும், எண்களையும் பூசி வைப்பது உண்டு அந்த உப்பு வர்ணத்தில் மிகச் சிறிய அளவே ரேடியம் இருக்கும். அதனைக் குச்சி கொண்டு எழுதிய பெண்கள் குச்சினைக் கூருக வைத்திருப்பதற்கு வாயில் எச்சிலைத் தொட்டுத் தொட்டு எழுதுவார்களாம். அப்படிச் செய்யும்போது மிகமிக நுட்பமான அளவில் ரேடியம் அவர்கள் வாயின் வழியே உடம்பிற்குள் செல்லும். அளவு மிகமிகச் சிறியதே ஆனாலும் உள்ளே போனவுடன் நெடுகத் தொடர்ந்து எமனுகக் கதிரை வீசிக் கொண்டே இருக்கும் அன்றோ? இந்தக் கதிர் வீச்சு சில நாட்களில் ஒழிவதாயின் அப்பெண்களுக்குப் பெருங்கேடு நேராது. நீண்ட காலம் கதிர் வீச்சுப் பல உறுப்புக் களையும் தின்று விடுவதால் அந்தப் பெண்கள் சித்திர வதை பெற்று மாறுகின்ற கதையினைப் படிக்கின்றோம்.

இந்த உண்மையை அறியாது ரேடியத்தினை மருத்துவ முறையில் பயன்படுத்தியபோது இத்தகைய கேடுகளே விளைந்தன. இப்போதோ ரேடியத்தினை மருந்தாக உண்ணக் கொடுப்பதில்லை. நோய்வாய்ப்பட்ட உறுப்பின் எதிரே அதனைக் காட்டிவிட்டு வேலை முடிந்ததும் அப்புறப் படுத்தி விடுகிறார்கள். செயற்கையாக எழும் கதிர் வீச்சு அணுக்களோ இவ்வாறு நீண்ட ஆயுள் பெற்றவை அல்ல; இரண்டொரு நாளில் கதிர் வீசும் ஆற்றலை இழக்கின்றன. இவற்றை மிகச் சிறிய அளவில் உட்கொண்ட போதும் ஒரு கேடும் விளைவதற்கு இடமில்லை. கதிர்வீச்சு எரி கந்தகம் (*Radio-active phosphorous*) 14 நாட்களுக்குள் இத்தகைய ஆற்றலை இழக்கின்றது. நோய் தீர்ப்பதற்கு உகந்தகாலமாக இது விளங்குகிறது. ஒரு பட்சம் மருந்து உண்பது என்று பேசுவதுதானே உலக வழக்கம். இதற்கு ஏற்ப இந்தச் செயற்கைப் பொருளும் குறித்த ஓர் கால அளவில் நோயைத் தீர்த்து வருகிறதாம். ஆனால் இங்குள்ள அருமைப்பாடு ஒன்றே - இதன் வாழ்நாளின் குறுகிய காலமே - பிறசெயற்கைப்பொருள்கள் இவ்வளவு நாட்கள்கூட வாழ்வதில்லை.

கதிர் வீச்சக்கரி

(*Radio-active carbon*) 21 நிமிஷமே வாழ்கிறதாம். இந்த அணுக்களை நேரே உண்ணக்கொடுக்கமுடியாது. உடம்பில் பற்றக்கூடிய வகையில் இந்தக் கரியை மாற்றிப் பிற பொருள்களோடு கலவையாக்கி உண்ணக் கொடுக்கிறார்கள். இவ்வளவு எல்லாம் செய்து அதனை உள்ளுக்குக் கொடுத்து நோயினையும் தீர்ப்பதற்கு 21 நிமிஷங்களுக்கு மேல் பொழுதில்லை.

சஞ்சீவி

இந்தச் செயற்கைக் கதிர்வீச்சுப்பொருள்கள் கொண்டு நோய் தீர்ப்பதனைக் கண்டு வியந்து பாராட்டாமல் இருப்ப தற்கு இல்லை. இரத்தத்தில் வெள்ளை உயிர் அணுக்கள் *(Cells)* பல்கிப் பெருகுகின்றதனால் உண்டாகும் நோய் ஒன்று இக்காலத்தில் புதியதாகத் தெரிய வந்துள்ளது. இந்த நோய் கான்சர் என்னும் நோயினும் மிக மிகக் கொடியது. இதனை ஆங்கிலத்தில் *Leukaemia* என்பர். "வெள்ளை உயிர் அணுப்பரவி இரத்தம் மெலிவது" என் பதே இதன் பொருள். இதனைத்தடுக்கப் புதிர்க்கதிரைத் தொடர்ந்து உடலில் பாச்சவேண்டுமாம். ஆனால் புதிர்கதிர் இவ்வாறு தொடர்ச்சியாக உடலிற் பாய்ந்தால் உடலையே கொல்லும் என அறிஞர்கள் கூறி யுள்ளார்கள். இந்த நிலையில் அந்த நோயினைத் தீர்க்கும் சஞ்சீவியாகச் செயற்கைக் கதிர் வீச்சுப் பொருள்களே உதவுகின்றன. இரத்த வெள்ளத்தில் உள்ள உயிர் அணுக்கள் விளைவது எலும்பில்தான். எரிகந்தகத்தினை (*Phosphorous*) உட் கொண்டால் அது எலும்பில் போய்ப் படியும் என முன்னரே யாவருக்கும் தெரிந்த விஷயம். கதிர் வீச்சுள்ள செயற்கை எரிகந்தகத்தினை உட்கொண்டாலும் எலும்பிற் போய்படியக் கண்டனர். படிந்த பிறகு கதிர்வீசி நிற்பதால் எலும்பிலிருந்து வெள்ளை உயிரணுக்கள் விளைவதனைத் தடுத்துவிடுவதனையும் கண்டனர்.

அறிவுக்கு ஒரு கண்

உடலியற்கை அமைப்பினை அறியவும் இந்தச் செயற் கைக்கதிர்வீச்சு அணுக்கள் உதவுகின்றன. அறிவு வளருவ தற்கு வேறு வழியும் இல்லை. செந்நிறமுள்ள இரத்த

"உயிர் அணு"க்களில் (*Cells*) சோடியம் என்ற உலோகம் உண்டு. இது "உயிர் அணு" (*Cell*) வளர்வதற்கு முன்னரே உள்ளிருத்தல்வேண்டும் எனப் பல அறிஞர்கள் நம்பினார்கள். உயிர் அணு வளர்ந்தபின்னர் இந்த சோடியம் (*Sodium*) உயிர் அணுவின் சுவரினை ஊடுருவிப் போக முடியாது என்பது அவர்கள் கருத்து. இது மெய்யா பொய்யா என எவ்வாறு கண்டறிவது? இப்போது செயற்கைக் கதிர்விச்சுள்ள சோடியத்தை உட்கொண்டு இதன் உண்மையை ஆராயலாம். உயிர் அணுவினுள் இது புகுந்தால் இதனுடைய கதிர்வீச்சு இயக்கமே நமக்கு இதனைக் காட்டிக் கொடுக்கும். எதிர்பார்த்ததுபோல இது தான் உயிர்அணுவின் சுவரினை ஊடுருவிச்சென்று இரத்தத்திற் புகுகின்றது என்பது கதிர்வீச்சு இயக்கத்தால் வெட்ட வெளியாயிற்று. எனவே இத்தகைய சிக்கலான விஞ்ஞானக் கேள்விகளுக்கு விடை அளிப்பது இந்தச் செயற்கைக் கதிர்விச்சுப் பொருள்களின் உதவியால் எளிதாகிறது. எந்த எந்தத் துறையில் உள்ளோர் எல்லாம் இங்கு ஒன்றுபடுகின்றனர்! வேதிநூற் புலவர், பௌதிகப் புலவர், மருத்துவப் புலவர், சிற்பிகள் மற்றும் அனைவரும் கூட்டுறவு கொண்டு, விஞ்ஞான வாழ்க்கை வாழ்ந்து, மேலும்மேலும் இயற்கை உண்மைகளைக் கண்டுபிடித்து, அதனால் உண்டாகின்ற நற்பயனால் உலக மக்களையும் உலகினையும் வாழ வைக்கின்ற அற்புதக்காட்சியை, இந்தச் செயற்கைக் கதிர் வீச்சு ஒளியில் அன்றி வேறு எங்குக் கண்டுகளிக்க முடியும்.

---

8. அண்டத்திலும் அலை அணுவிலும் அலை

பொற்கடல் அலை

காவேரி அகன்றுகிடந்து அன்புருகி நீராய்ப் பாய்கின்ருள். கரையிலுள்ள பச்சைப்பயிர்களைக் காலங்கண்ட தன்திரைக்கையால் உடல் குளிரத் தடவிக் கொடுத்துக்கொண்டே விரைந்து செல்கின்ருள். ஆற்றின் நடுவே எழும் அழகிய திரையாம் அலைகள் கரை வரையிலும் ஓடிப் பாய்ந்து பச்சைப்பசேலென்று தலை காட்டி நிற்கும் புற்களை அசைத்துத் தாலாட்டுகின்றன. கரையருகே புல் மட்டுமா கிடக்கின்றது? மக்களுக்கு உயிரை வளர்க்கும் பயிர்கள் நிறைந்த வயல்கள் இரு புறங்களிலும் இல்லையா? இவ்வயல்களிற் சில அறுவடைக்கு உகந்த நிலையில் கதிர்கள் முற்றி விளங்கவில்லையா? ஆம். மஞ்சள் நிறமான கதிர்கள் மணக்கோலம் பூண்ட பெண்போல தலை குனிந்து காட்சி அளிக்கின்றன. மண மகன் வருகையைக் காட்டுவதுபோல் தென்றற்காற்று மெல்ல வீசுகிறது. பசும்புல்லின்மேல் வீசும் காற்று, பச்சைக் கடலில் அலை எழுகின்ற காட்சியைத் தோன்ற வைக்கின்றது. நெல் வயலில் வீசும் காற்று ஒவ்வொரு பயிரையும் தலையைக் கீழே சாய்க்கச்செய்து, பின், மேல் நோக்கி நிற்கச் செய்கின்றது. இப்படித் தொடர்ந்து அடுத்தடுத்து. நிகழ்ந்து கொண்டே போக, முடிவில் எல்லாப் பயிரும் இப்படியே குனிந்து வணங்கி நிமிர்ந்து எழுகின்றது. ஓர்

புலவன் இதனைக் கண்டால் அவன் எண்ணங்களும் அலை அலையாகப்பாய்ந்து ஓடும் அல்லவா? பயிர்களைப் பார்த்தாலோ அவை இருந்த இடத்தை விட்டுச் சிறிதளவும் அப்பால் செல்ல வில்லை. இயங்கும் ஆற்றல் மட்டுமே அந்த அலைகள் வழியே செல்கிறது. பழுத்த நெல் வயலும் இவ்வாறே பொற்கடலில் அலை புரளுவது போன்ற காட்சியை அளிக்கின்றது. காற்று வீசிய நிலையின் அழகே அழகு. வீச்சு இயக்கம் இதுவே. அலை அலையாகப் பரவுகிற நுட்பம் மிகவும் வியக்கத்தக்கது. இயற்கையிலே ஒளியும் அலை அலையாகவே பரவுகிறது, சூடும் இவ்வாறே. மின்காந்த இயக்கமும் அலையாகவே பரவுகிறது.

ஆற்றல் பரிசு

இந்த ஆற்றல் முழுவதும் காற்றின் மூலம் வந்ததல்லவா? அணுவுக்கும் ஆற்றல் உண்டு என்பதனை அணுச்சிதைவில் எழும் கதிர்வீச்சு இயக்கத்தினால் அறிகின்றோம் அல்லவா? ஆற்றல்கள் எல்லாவற்றிலும் கதிர் வீச்சு ஆற்றலே தலைசிறந்தது. சூரியன் 9 கோடி 30 லட்சம் மைல் தொலைவில் இருக்கின்றான். அவன் நமக்கு இவ்வளவு தொலைவில் இருந்தும் வண்டிச் சத்தமும் கூட இல்லாமல் பரிசு அளிக்கும் ஆற்றல் எவ்வளவு! எவ்வளவு!! ஒவ்வொரு நிமிஷமும் ஐம்பதினாயிரம் கோடி கோடி கனலி.

(அந்த அளவு 5×10^{10} அல்லது 5000,000,000,000,000,000 (Calories) அதாவது ஏறக்குறைய $4\frac{1}{2}$ கோடி கோடி ($4{\cdot}4 \times 10^{14}$ குதிரை ஓட்டம் சக்தியை ஒவ்வொரு நிமிஷமும் அனுப்பிவைக்கிறான். இவ்வளவு தொலைவில் இருந்து இம் மிகப்பெரிய ஆற்றல் நம்மை எப்படி வந்து அடைகிறது?

கூவம் ஆற்றின் அலையின் அதிர்ச்சி எண்

(படம் 88-ம் பக்கம் பார்க்கவும்)

கூவம் ஆற்றில் படகோட்டிப் போகிறோம். படகிலிருந்து துடுப்பினைத் தண்ணீரில் அசைக்கிறோம். உடனே அலை புறப்படுகிறது. நாம் உடல் வலி கொண்டு இயக்கிய ஆற்றல் அலை வழியாகப் பரவிச் செல்கிறது. முடிவாகக் கரையிலுள்ள சிறு கூழாங்கல்லை அசைத்துப் புரட்டுகிறது. நம் உடல் இயக்கத்தால் எழுந்த ஆற்றல் அலை வழியே சென்று கல்லுக்குப் புரட்சியாக முடிகிறது. ஒரு முறை தட்டுவதற்குப் பதிலாகப் பன்முறை விரிவாகத் தண்ணீரைத் துடுப்பு கொண்டு தட்டினால் என்ன நிகழ்கிறது? ஒவ்வொரு அடி அடித்ததும் உடனுக்குடன் நீரில் ஓர் கலக்கம் எழுகிறது. அதன் பயனாகப் புதுப்புது அலைகள் எழுகின்றன. அலைகளின் அளவு என்ன? அலை அளவு என்றால் என்ன? ஓர் அலையின் முடியிலிருந்து அடுத்த அலையின் முடிவரை உள்ள அளவு அல்லது ஓர் அலையின் பள்ளத்திலிருந்து அடுத்த அலையின் பள்ளம் வரை உள்ள அளவே அலை அளவாம். இந்த அலையின் நீளம் தண்ணீரை எந்த வேகத்தில் அடித்து அலைக்கழிக்கிறோமோ அதனைப் பொறுத்ததாகும். முதல் அலை ஒரு விநாடிக்குள் 10 அடி செல்லுகிறது. அந்த விநாடிக்குள் தண்ணீரைப் பத்துமுறை அடிக்கிறோம். அப்போது 10 அடிக்குள் 10 அலைகள் அந்த ஒரு விநாடிக்குள்ளேயே தோன்றி அலைகின்றன. 10 அடியில் 10 அலையானால் ஒவ்வோர் அலையின் அளவு என்ன? ஓர் அடியாம். இதனைத் தொறுப்பாடு அல்லது அதிர்ச்சி (*Frequency*) எனலாம். விநாடிக்கு இத்தனை முறை அலை எழும் எனக்குறிக்கும் எண்ணைத் தொறு எண் அல்லது அதிர்ச்சி எண் என வழங்கு

வர். அதிர்ச்சி எண்ணுக்கும், அலையின் வேகத்திற்கும், அலையின் அளவுக்கும் ஒருதொடர்பு காண்கிறோம். இங்கே அலைவேகம் வினாடிக்கு 10 அடி; அலையின் நீளம் ஓர் அடி. அதிர்ச்சி எண் 10. [விதி:- அலையின் அளவினை (இங்கு 1 அடி) அதிர்ச்சி எண்ணால் (இங்கு 10) பெருக்கினால் அலையின்வேகம் (10 x 1 = 10) வரக்காண்கிறோம். இது கொண்டு இந்த மூன்றன் தொடர்பினையும் அறியலாம்.]

சூட்டலை

சூரியனிடமிருந்து நமக்கு வரும் ஆற்றலும் இவ்வாறு அலை அலையாகவே வருகிறது என விஞ்ஞானிகள் முடிவு கட்டியுள்ளார்கள். அந்த அலைகளின் வேகம் வினாடிக்கு 186,000 மைல். சூரியனிடமிருந்து இந்த ஆற்றல் பூமியைச் சேர சுமார் 8 நிமிஷம் ஆகிறது. சூரியனிடம் ஆற்றல் ஏது? சூரியனைத் தவிர வேறு எங்கிருந்து நமக்கு ஆற்றல் வரப் போகிறது? இவ்வாற்றல் வருவதற்குக் காரணம் சூரியனுடைய அணுக்களும் மின்னிகளும் இயங்கிக்கொண்டே இருப்பதுதான். இவ்வாறு எழுகின்ற ஆற்றல் இங்கு நம்மைச் சேருகிறது. தண்ணீரில் கிளம்பிய அலை கூழாங் கல்லைப் புரட்டியதுபோலச் சூரியனிலிருந்து எழும் ஆற்றல் நம் உடலிலுள்ள அணுக்களைத் தாக்கி நம்மை ஒளியைக் காணுமாறு செய்கிறது. சூட்டினை உணருமாறு செய்கிறது.

இம்மிக் கணக்கு.

அணுக்கள் பலவகைகளில் இயங்கும், அதனால் பலவகையான அலைகள் எழுந்தோடி வருகின்றன. இந்த அலைகள்

5 மைல் அகலத்திலிருந்து, $\left(\frac{1}{20,000,000\ 000,000}\right)$ அங்குலம் (அதாவது ஒரு அங்குலத்தை இருபது லட்சம் கோடி பங்காகக் கூறிட்டால் அதில் ஒரு பங்கின் அளவு) வரை உள்ளன. இவ்வளவு சிறிய அளவைக் குறிப்பதற்கு ஒரு அளவை உண்டு. அதனை ஆக்கியோர் பெயரிட்டு அங்ஸ்ட்ரோம் (*Angstrom*) என வழங்குகிருர்கள். ஒரு சென்டிமீட்டரை பத்துகோடி பங்காக்கி, அதன் ஒவ்வொரு பங்கையும் எடுத்துப் பார்த்தால் $\left(\frac{1}{10,00,000,00}\right)=10^{-8}$ அல்லது $\frac{1}{10^8}$ செ. மீ. இருக்கும். இதனை அங்ஸ்டிரோம்* எனப் பெயரிட்டனர். கண்ணுக்குத் தெரியும் ஒளி அலைகளின் நீளம் இக்கோலினைக் கொண்டுதான் அளக்கப்படுகிறது. இதனுடன் வரும் (*Fig 1*) படம் (*1*) அலை வரிசையை ஒழுங்கு படுத்திக் காட்டுகிறது.

ஆற்றல் அணு (Quantum)

அணுவினைப்பற்றி ஆராயும்போது அணு ஆராய்ச்சிக்கு உயிர்நிலையான மற்ருெரு உண்மையைக் குறிக்க வேண்டும். உலகத்துப் பொருள்கள் சூடு ஆகிய ஆற்றலை உட்கொள்ளுகின்றன. அச்சூட்டினை வெளி வீசுகின்றன. இவ்வாறு பொருள்கள் சூட்டினைக் கொள்ளுவதும் பின்னர்

---

*"இந்த அளவினை வெளியிட்டவர் ஸ்வீடன் (*Sweeden*) நாட்டு விஞ்ஞானப் பெரியாரான அங்ஸ்ட்ரோம் என்பவர் (*1814-1874*) ஆதலின் அவர் பெயரையே இந்தச் சிறு அளவிற்குப் பெயராக இட்டனர். இதனை மொழி பெயர்ப்பது செய்நன்றி அறியும் தமிழர் செயலன்று. ஆதலின் அதனையே பயன்படுத்தலாம். அதனைக் குறிக்க $\underline{\mathring{A}}$ என்பதனைக் குறியாக எழுதுவது வழக்கம். இந்த அலைகளை எதிரேகண்டபடி கோவைப்படுத்திக்காட்டலாம்.

வெளியே ஒரு பகுதியைக் கக்குவதும் எவ்வாறு நிகழ்கின்றது எனக் காண்போம். ஒரு குளத்தில் குழாய்போட்டு ஆற்ருெழுக்காக நீரை அதனுள் பாய்ச்சலாம். குளத்திலிருந்து நீரை அப்படியே ஆற்ருெழுக்காகக் கால்வாயில் பாய்ச்சலாம். இங்கே நாம் காண்பது இடையீடின்றித் தொடர்ந்து நிகழும் இயக்கமாகும். மனிதன் மிகுந்த தாகமாக இருக்கும்போது தண்ணீரைக் குடிக்கிருன். தண்ணீர் வயிற்றுக்குள் ஆற்ருெழுக்காகப் பாய்வதில்லை. சிறிது சிறிதாக வாயிற் கொண்டுதான் விழுங்குகிருன். விழுங்குவதற்கு அமைந்த தசை தண்ணீரைச் சிறிது சிறிதாக வாங்கி உள்ளுக்கு விடுகிறது. தண்ணீரை வாந்தி எடுக்கும் போதும் அது சிறிது சிறிது அளவிலேதான் வெளியே தள்ளப்பட்டு வருகிறது. பொருள்கள் ஆற்றலை உட்கொள்வதும் வெளியிடுவதும் இந்த மனிதனைப்போலேதான்; தண்ணீரை நெடுக ஒழுக விடுவதுபோல இடையருது அன்று; கல்லை ஒவ்வொன்ருக இடுவதுபோல விட்டு விட்டுத்தான், எனவே ஆற்றல் ஒழுகுதலை ஜெபமாலைக்கு ஒப்பிடலாம். இந்த ஆற்றல் இவ்வாறு துளித்துளியாகத் தொடர்ந்து துளிக்கிறது. இந்த "ஆற்றல் துளிகளை" 'ஆற்றல் அணு' அல்லது குவாண்டம் (*Quantum*) என வழங்கலாம். பொருள் அணுக்களினின்றும் இதனை வேறுபடுத்த மின்சார அணுக்களை மின்னி என வழங்கியது போல ஆற்றல் அணுவை அண்ணு அல்லது அண் என அழைக்கலாம்.

ப்ளாங்க் (Max Planck)

இந்த ஆற்றல் அணுவின் அளவு என்ன? இதன் அளவு கதிர்விச்சின் அதிர்ச்சி எண்ணுக்கு ஏற்ப வினடிக்கு எத்தனைமுறை அலை வீசுகிறது என்பதற்கு ஏற்ப மாறும்.

அலை அளவு குறையக்குறைய அதிர்ச்சி எண் மிகுதி யாகும். ஆற்றல் அணுவின் சக்தியும் மிகுதியாகும். ஒன்று மற்றொன்றிற்கு ஏற்ப மாறும், இவ்வாறு கூறுவ தின் பொருள் என்ன? 100 கஜம் துணி வாங்கினேன், அதன் விலை 300 ரூபாய்; மறுபடியும் 45 கஜம் துணி வாங்குகிறேன். அதன்விலை ரூ 135. துணியின் விலை என்ன என்று கேட்கிறேன். கடைக்காரன் கஜம் மூன்று ரூபாய் என்று பதிலளிக்கிறான். துணியின் அளவு மாற மாற அதன் விலையும் அதற்கு ஏற்ப மாறி வருகிறது. அதனைக் கோவைசெய்து பார்க்கிறோம். என்ன தெரிகிறது?

$$\frac{300\ (\text{ரூபாய்})}{100\ (\text{கஜம்})} = \frac{135\ (\text{ரூ.})}{45\ \text{க.})} = \frac{3\ (\text{ரூ.})}{1\ (\text{க.})} = \underline{\underline{3}}\ (\text{எங்கும் } 3)$$

ஒன்றற்கு ஏற்ப மற்றொன்று மாறுகிறது என்பது உண்மையாகிறது. அப்படியே ஆற்றல் அணுவின் சக்தி (*Quantum–Q*) அதிர்ச்சி எண்ணிற்குஏற்ப (*Frequency–r*) மாறும் என்றால் என்ன பொருள்? ஆற்றல் எண்ணின் சக்தியை அதிர்ச்சி எண்ணால் வகுத்து வரும் ஈவு எப் போதும் ஒரே அளவாக இருக்கும்.

$$\frac{Q}{r} = \left(\frac{h}{\begin{array}{c}\text{மாறாத ஓர் ஈவு}\\ \textit{Constant}\end{array}} \right) = h$$

இந்த நிலையாக வரும் ஈவினைப் பிளாங்க் (*Planck*) என்பர் முதல் முதல் கண்டார். [இத்தகைய விஞ்ஞானப் பெரி யார் — இப்பேருண்மையைக் கண்டவர் — ஜெர்மனியில்

தோன்றி ஐன்ஸ்டைனை வெருட்டி ஓட்டிய நாசிக் (*Nazi*) கூட்டத்தோடு சேர்ந்து அண்மையில் சிறைப்பட்டு உயிர் துறந்த காலக்கேட்டை என்னென்று சொல்லிப் புலம்பு வது. "யாதும் ஊரே யாவரும் கேளிர்" என்ற விஞ் ஞானத் தத்துவத்தை மறந்து வாழும் விஞ்ஞானியின் பாடு இதுவோ? கலிகாலக் கோலங்களில் இதுவும் ஒன்ருே! என ஐயப்படுமாறு தோன்றி மறைகின்ருர். நிற்க!] இந்த ஈவினைப் பிளாங்க் என்பார் பெயரைக் கொண்டே "பிளாங்கின்து மாருநிலே" (*Planck's Constant*) என விஞ்ஞான உலகம் வழங்குகிறது. 'h' என்பது அதன் அறிகுறி, அது (6.5×10^{27}) என்ற ஒரு மிகச்சிறிய எண் ணுகும். அதிர்ச்சி எண்ணின் அளவு தெரிந்ததும் அதனை h என்பதால் பெருக்கினுல் ஆற்றல் அணுவின் சக்தி தெளிவாக விளங்கும்.

$$E = h r \quad \frac{\text{எறும்}}{(ergs)}$$

ஒரு அங்ஸ்ட்ரோம் அலே அளவு உள்ள அணு ஆற்றலின் சக்தி 8000 *a u* அலே அளவுள்ள அணு ஆற்றலின் சக்தி யைவிட அதிக சக்தி உடையதாகும். ஆற்றல் அணுவின் சக்தி அலே அளவிற்கு ஏற்ப எதிர்மறையாக விங்கியும் சுருங்கியும் வரும். அண்டக்கதிரின் அலே அளவு $\frac{1}{100000}$ *a u* ($10^{\cdot 5}$ *a u*) ஆம்.

குறிப்பு:—

இதன் ஆற்றல் $(E = 6{\cdot}5 \times 10^{\cdot 27}) \times (r)$

அலேயின் நீளமும் அதன் வேகமும் அதன் அதிர்ச்சி எண் ணும் சம்பந்தப்பட்டிருக்கும் முறை :-

இதன் ஆற்றல் 0.002 எறுழாம். 10,000 u. a. உள்ள சூட்டலையின் ஆற்றல் 0,000,000,000,,002 எறுழாம். அலை அளவு ஏற ஏறச் சக்தி குறைகிறது. பொருள் அணுக்களும் இந்த ஆற்றல் அணுக்களை உட்கொள்ளும் போதும், வீசி எறியும்போதும் முழுமுழு ஆற்றல் அணுக் களாகவே உட்கொள்ளுகின்றன; வெளியே வீசுவதும் அப்படியே. துண்டு அல்லது சிறு பகுதிகளாக உட்கொள் வதும் இல்லை; வீசி எறிவதும் இல்லை. பொருளின்மீது ஒளி ஆற்றலோ சூடாற்றலோ பாயுமாயின் அப்பொருளினின்று மீண்டு வெளிவரும் ஆற்றல் hr என்ற அளவு வந்தபோது தான், முழு முழுக்வாண்டம் எண்களாக ஆனால்தான் ஒளியோ, சூடோ சக்தியாக வெளிவரும். hr, $2hr$, $3hr$, எனக் கணக்கிடலாம். hrக்குப் பிறகு $1.5hr$ வருமாயின்

$$V = r\lambda$$

V = வேகம்; அலை λ = அலை நீளம்; r = அதிர்ச்சி எண்

ஒளி வேகம் விநாடிக்கு $\underline{3 \times 10^{10}}$ செ. மீ.

இங்குள்ள

அலை நீளம் $10^{-5} a.u = 10^{-5} \times 10^{-8}$ செ. மீ. எனவே:

$$\therefore \text{அதிர்ச்சி எண் } (r) = \frac{3 \times 10^{10}}{\frac{1}{10^{13}}} = \frac{3 \times 10^{10} \times 10^{13}}{} = \underline{3 \times 10^{23}}$$

$$\therefore E = 6.5 \times 10^{-27} \times 3 \times 10^{23}.$$

$$(\text{ஆற்றல்}) = 19.5 \times 10^{-4}$$

$$= 0.00195 \text{ எறுழாம்.}$$

ஒன்றும் நிகழ்வதில்லை. *hr*க்கு அடுத்தது *2hr* அதாவது பின்னமற்ற எண்களாக வந்தால்தான் ஒளி அலை எழும். இடையில் எல்லாம் ஒன்றும் நிகழ்வதில்லை.

இப்போது ஒளியை முப்பட்டைப் பளிங்கு கொண்டு உடைத்துப் பார்த்தால் பல நிறங்கள் காணப்படுவதன் காரணம் நன்கு புலப்படுகின்றது.

---

9. அண்டம் அழிகிறதா ? அல்லது வளர்கிறதா ?

நிறமாலை

ஆறு அடிக்கு மேல் உயரமில்லாத மனிதன் அண்டத்தினைப் பற்றி ஆராய்கிறுன் என்ருல் என்ன விந்தை. சூரியன் எங்கே ? அதன் ஒளியின் நிறம் என்ன ? அதன் சக்தி என்ன ? இவற்றை எல்லாம் இருந்தபடி இருந்தே கணக்கிடுகின்ருன். அணுவின் கதிர்வீச்சினைக் கணக்கிட்ட கதையைச் சிறிது கேட்கலாம். சூரியனது ஒளியை முப்பட்டைப் பளிங்கின் வழியே ஊடுருவிச்செல்ல விடுகிருேம். நேரே போகும் ஒளி நேர் வழியை விட்டு வளைந்து பிறழ்கின்றது. இந்தப் பிறழ்ச்சி மிகுதியாவதோ, குறைவதோ அலைகளின் அளவினைப் பொறுத்திருக்கிறது. சிவப்பு முதல் கருநீலம் (*Violet*) வரை நிறங்கள் தோன்றுவதன் காரணம் அலை அளவின் வேற்றுமையினுல்தான் எனக் காண்கிருேம். சூரியனது ஒளியை முப்பட்டைப் பளிங்கின் வழியே செலுத்திப் பின்னர் வெளியே வரும் எழுநிற மாலையைப் புகைப் படங்கொண்டு பிடித்தால் அந்த அந்த நிற அலைகளின் சக்தியின் அளவிற்கு ஏற்ப அவை கறுத்துத் தோன்றும். இந்தக் 'கறுப்பினைக் கொண்டே சக்தியின் அளவினைக் கூறி விடலாம். நிலக்கரியை வெள்ளை வெளேரென எரியவிட்டு முப்பட்டைக் கண்ணுடியின் வழியே ஊடுருவச் செய்தால் நிறமாலை

வானவில் போலத் தொடர்ந்து விளங்கக் காண்கிறோம். ஆனால் ஆவியை ஒளிரவிட்டு முப்பட்டைப் பளிங்கில் ஊடுருவச்செய்தால், அப்போது தோன்றும் நிறமாலை வானவில் போலத் தொடர்ந்து விளங்கக் காணோம், ஒளி மழுங்கின இடத்திலே ஒளி நிறைந்த கோடுகளாக நிறமாலை தோன்றக் காண்கிறோம். பளபளப்பான கோடுகள் நிறைந்த இந்த நிறமாலையை வரிநிற மாலை (*line spectrum*) என்பர்.

பெருவிரற்குறி

அலை அளவினை நிறமாலையில் தோன்றும் ஒவ்வொரு கோட்டின் அளவினைக் கொண்டு அளந்து பார்த்துள்ளார்கள் விஞ்ஞானிகள். இந்தக் கோடுகள் ஒவ்வொரு அணுவிற்கும் ஒவ்வொரு வகையாக அமைந்திருக்கக் கண்டார்கள். சிறைக்கு வருபவர் ஒவ்வொருவருடைய பெருவிரல் குறியையும் மையில் அழுத்திப் புத்தகத்தில் பதிவு செய்து கொள்கின்றனர் துரைத்தனத்தார். அந்தச் சிறை யாளி ஓடி மறைந்தாலும், மாறு வேடம் பூண்டு வந்தாலும் அவனது பெருவிரற் குறியைக் கொண்டு அவனைப் பிடித்து விடுகிறார்கள். இந்த வரிநிறமாலையை அணுவின் பெருவிரற் குறிக்கு ஒப்பிடலாம். ஒவ்வொரு அணுவிற்கும் ஒவ்வொரு வகையான நிறமாலை உண்டு. ஆதலின் என்ன வேறு கோலத்தில் அணு வந்தாலும் நிறமாலைகொண்டு அதனைக் கண்டு பிடித்து விடலாம். இந்த நிறமாலை ஆராய்ச்சியாலேயே அணுவினைப் பற்றி நாம் அறிந்துள்ளன அனைத்தினையும் அறிய முடிந்தது. அந்த ஆராய்ச்சியின்படி கோடுகளின் அலை அளவையும் படத்தில் கறுத்துத் தோன்றும் ஆற்றலினையும் அளந்து ஒப்பிட்டுப் பார்த்ததில் ப்ளாங்க் மேலே கூறியது அனைத்தும் உண்மையாகி வருவதை விஞ்ஞானிகள் கண்டார்கள்.

அண்டம் அழிகிறது

நமது அண்டமானது நாளுக்கு நாள் அழிந்து கொண்டே வருகிறதா? அல்லது முற்றும் அழியாது ஆக்கப்பாடுற்று வருகிறதா? என்பது பண்டைக் காலத்திலிருந்து அறிவாளிகளின் மனத்தை அலைக்கழிப்பதோர் கேள்வியாகும். நட்சத்திர மண்டலங்களுக்கு அப்பாலிருந்தும், நட்சத்திர மண்டலங்களிலிருந்தும் ஒருவிதமான கதிர்கள் புறப்பட்டு அண்டம் முழுவதும் பரவி வருகின்றனவாம். அவைகளை அண்டக்கதிர்கள் (*cosmicrays*) என விஞ்ஞானிகள் பெயரிட்டிருக்கின்றனர். இவ்வண்டக் கதிர்களைக் கொண்டு மேலே எழுந்துள்ள கேள்விகளுக்கும் பதில்கூற விஞ்ஞானிகள் முற்பட்டுள்ளனர். இக்கதிர்கள் எவ்வகையாலும் அணுவிலிருந்தோ மின்னியிலிருந்தோ எழுவனவே, ஆதலின் அணு ஆராய்ச்சியில் இடம்பெறத் தக்கவையேயாம். ஒரு ஹைட்ரஜன் அணு ($1{\cdot}66 \times 10^{-24}$) கிராம். அதாவது $\left(\frac{1.66}{1\,000\,000\,000\,000\,000\,000\,000\,000}\right)$ கிராம் எடையுள்ளது. இது ஆற்றலானால் 0·0015 எறுமாகும் (*Ergs*). இதிலிருந்து ஆற்றலின் அதிர்ச்சி எண்ணை எளிதில் கணக்கிடலாம்.

$$E = hr$$

[*E*: ஆற்றல்; *h*: ப்ளாங்க் கண்டமார எண்: *r*: அதிர்ச்சி எண்]

$$r = \left(\frac{E}{h}\right)$$

அலையின் நீளத்தினையும் கணக்கிடலாம். இங்கே ஹைட்ரஜன் அணு ஆற்றலாக மாறியபோது அதன் அலை அளவு (1.3×10^{-13}) செண்டி மீடர் என்ற சிற்றளவினை

எட்டிப் பார்க்கிறது. இது ஒரு வியப்பேயாம். அண்டக் கதிர்களில் நாம் அறிந்த அலைகளின் சிற்றளவையும் ஈதே யாம். இதனால் என்ன விளங்குகிறது? பூமியின்மேல் பேரளவில் பாய்கின்ற இத்தகைய அண்டக்கதிர்கள் தம் தாயகமாய் நட்சத்திரங்களைப்பற்றி இவ்வாறு ஒரு பாட்டு பாடுகின்றன. அந்தப் பாட்டின் பொருள் என்ன? "வானிலே பொலியும் அழகிய விண் மீன்களிலுள்ள பொருளெலாம் அழிகின்றன—அழிகின்றன" என்று பாடிக்கொண்டே ஓடி வருகின்றன. அங்குள்ள பேர் அணுக்களெல்லாம் கரைந்து கரைந்து ஒழிகின்றன" என்ற கூக்குரலே கேட்கின்றது. அண்டத்திலுள்ள எல்லா அணுக்களும் சிதைந்து சிதைந்து எல்லாவற்றிற்கும் அடிப் படையான ஹைட்ரஜன் அணுவாக மாறுகின்றனவாம், இந்த ஹைட்ரஜனும் அழிய வருவதால் அது எடையை இழந்து ஆற்றலாக மாறுகிறதாம். அந்த ஆற்றலே இந்தச் சிறிய அலையாகச் சம்ஹார புராணம் பாடிக்கொண்டு நம் மிடம் வருகிறது. அண்டம் இவ்வாறு சிதைந்து வந்தால் மட்டுமே பெரிய பெரிய அணுவின் அளவில் அலை வீசாது ஹைட்ரஜனது அலை அளவுபோல அண்டக்கதிர் வீசும். அண்டம் மேலும் மேலும் வளர்ந்து ஓங்கி வந்தால் பெரிய பெரிய அணுவின் அளவிலன்றோ அலைவீசி ஓடி வந்திருக் கும். இவ்வாறு ஜேம்ஸ்ஜீன்ஸ் (*Sir James Jeans*) முத லிய பெரியோர் இந்த அண்டக் கதிர்களை விளக்கி வைக் கின்றனர்.

அண்டம் வளர்கிறது

ஆனால் மில்லிகன் (*Millikan*) என்பாரோ அண்டக் கதிர் பாடும் பாட்டு சிருஷ்டி புராணமே அன்றிச் "சம்ஹார புராணம் அன்று" என்று மன்றாடுகின்றார்.

அண்டம் புத்தம் புதிதாக ஆக்கப்பட்டு உற்றுச் செழித்துக் கொழுத்து வளர்வதனையே இந்த அண்டக்கதிர்கள் சுட்டுகின்றன என ஒருவாறு காட்டுகின்றார். அண்டக் கதிர் வீச்சுகள் நாலு வேறு கூட்டமாக நிகழக் காண்கின்றார்; அவை நாலு வேறு அலகு அளவைகளோடு வருகின்றன. (0.00053 a. u. இல் இருந்து 0.00021 a. u. வரை உள்ளன) இவற்றிலிருந்து ஆற்றல் அணுவினைக் கணக்கிட்டுப் பார்த்தால் இவை மிக மிகச் சிறிய அளவின வாக விளங்கின. ஹைட்ரஜன் அணு அழியும்போது எழும் ஆற்றலை விட இவை மிக மிகக் குறைவாகத் தோன்றின. ஆதலின் ஹைட்ரஜன் அழிவதால் எழுந்து வந்தவை என்று கூறுவதற்கே இடமில்லை என ஆயிற்று. ஆனால் இந்த நான்கு அளவுகளும் நாம் அறிந்துள்ள நான்கு வேறு ஆற்றல்களை ஒத்திருக்கக் காண்கிறோம். அவை எவை? ஹைட்ரஜன், ஹீலியமாக மாறும்போது ஆற்றல் வெளிப்படும் எனக் கண்டோம் அன்றோ? அந்த அளவு முதலாவது ஹைட்ரஜனிலிருந்து ஆக்ஸிஜன் அணு சமையும்போது வெளிப்படும் ஆற்றலின் அளவு. இரண்டாவது ஹைட்ரஜனிலிருந்து சிலிகன் என்ற அணு அமையும்போது தோன்றுகின்ற ஆற்றலின் அளவு மூன்றாவதாகும். ஹைட்ரஜனிலிருந்து இரும்பு அணு உருப்பெறும் போது வெளியாகும் ஆற்றலின் அளவு நான்காவது. இந்த நான்கு அளவுகள் மட்டுமே தோன்றுகின்றன. இதனால் என்ன விளங்குகிறது? அண்டத்தில் ஹீலியம், ஆக்ஸிஜன், சிலிகன், இரும்பு என்ற நான்கு வேறு அணுக்கள் மட்டுமே ஆக்கம்பெற்று வளர்கின்றன என்பதாயிற்று. இதனாலேயே இந்த நான்கு வேறு அணுக்களும் அமையும்போது எழுகின்ற ஆற்றல்கள் நான்கு வேறு வகையில் அண்டக்கதிர் வீச்சாக நம்மை வந்து அடை

கின்றன. அண்டத்தைப் பற்றிப் பேசுவானேன்? நம்முடைய உலகத்திலும் இப்படித்தானே. இங்கும் இந்த நான்கு வேறு பொருள்களுமல்லவா இன்றியமையாதனவாக விளங்குகின்றன. அண்டம் முழுவதிலும் இவ்வாறு அடிப்படையான ஒற்றுமை விளங்குவது வியப்பல்லவா? இவ்வளவோடு நம் ஆராய்ச்சி முடியவில்லை. மேலும் மேலும் ஆராய்ச்சிகள் தொடர்ந்து நிகழ்கின்றன இந்த அண்டக்கதிர்கள் வெறும் ஒளி அணுக்களா? எதிர்மின்னிகளா? நேர்இயல் மின்னிகளா? பொதுஇயல் மின்னிகளா? ஹைட்ரஜன் அணுக்களா? என்று இவ்வாறு பலவகையாக விஞ்ஞானிகள் ஐயப்பட்டு வருகின்றார்கள். ஐயம் என்று தெளியுமோ?

அலைக்கதிர் – ஒழுக்கு:- அலை வரிசை எனலாம்.

வகை	நீளம்	விபரம்
மின் அலைகள் (*Electrical Waves*)	30 கில்லோ மீடர் முதல் 1 மில்லி மீடர் வரை	நீண்ட தொலைவில் தந்தி அடிப்பதற்கு ஒரு மைல் நீளமுள்ள அலைகள் பயன்படுகின்றன. 2000 மீடரிலிருந்து 600 மீடர் வரை வானொலிக்குப் பயன் படுகின்றன. 600-ல் இருந்து ஒரு மீடர் உள்ள அலைகள் குறு அலைகள். இவையும் வானொலிக்குப் பயன்படுகின்றன.
சூடு அலை (*Heat waves Infa red rays or active rays*)	1(*mm*) மில்லி மீடர் முதல் $\frac{1}{1000}$ மி மீடர் வரை	அலைகளின் அளவு குறையக்குறைய அவை அணுத் திறனின் வேகத்தை மிகுதியாகும்படித் தூண்டி விடுகின்றன. அதாவது சூட்டினை எழுப்புகின்றன என்பதாம். நெருப்பருகே சூடு தோன்றுவது இத் தகைய அலைகளாலேயாம்.
ஒளி அலை (*light - rays*) *or waves*	$\frac{1}{1000}$ (*mm*) மில்லி மீடர் முதல் 4000 *a u* வரை	இங்கே சூடேறுவது குறைகிறது. இந்த அலைகள் கண்ணிற்பட்டதும் ஒளி தெரிகிறது. சிவப்பு அலையின் நீளம் 7500 *Au.* நீல அலையின் அளவு 4000 *Au.* நம்முடைய கண்ணுக்குத் தோன்றுவது எவ்வளவு

வகை	நீளம்	விபரம்
		எவ்வளவு சிறியபகுதி. காணத்தை நோக்கக்கண்டது அண்டத்தைநோக்க அணுபோலச் சிறிதாம். அணு போல அந்தச் சிறு அளவிலே என்ன என்ன காட்சி! என்ன என்ன அழகு! என்ன என்ன ஓவியம்! என்ன என்ன காவியம்!
வேதி அலை (*Chemical rays*) (*UltraVoilet rays*)	4000 *a u* முதல் 5. *a u* வரை	இவை புகைப்படத்தட்டில் பலவகை வேதிமாற்றங்களை எழுப்புகின்றன, அதனால் புகைப்பட அலை என்றும் இவற்றிற்கு ஒருபெயர். காணும் நிறவரிசையில் கருநீலத்திற்கு அப்பால் எழுவன ஆதலின், கருநீலத்திற்கு அப்பால் உள்ள அலைகள் (*Ultra violet rays*) என்றும் பெயர் வழங்கும். இவ்வாறே, மேலே கூறிய சூடு அலைகளும் காணும் நிறவரிசையில் சிவப்புக்குஇப்பால் உள்ள அலைகளாகத் தோன்றுவதால் சிவப்புக்கு இப்பால் உள்ள அலைகள் *Infra red rays* என்று பெயர். இந்த வேதி அலைகளில் 4000 *a. u* முதல் 2800 *a. u.* உள்ளவை ஒரு சிறப்பு இயல்பைப் பெற்றவை. அவை நம் தோலைக் கருக்க வைக்கும் (*Tanning the skin*). இவை பட்டதும் எலும்பில் சுண்ணும்பு படை படையாகப் படியும்.

			1800 *a. u* க்குக் கீழேயுள்ள வேதி அலைகள் பொருள்களின் ஊடே ஊடுருவிச் செல்லக்காணும்.
6	புதிர்க்கதிர் (*X—Reys*)	5 *a. u.* முதல் $\frac{1}{10}$ *a. u.* வரை	அலைகளின் அளவு குறையக்குறைய இந்தக் காணு ஒளியின் பாய்ச்சல் மிகுகிறது. ஊடுருவிச் செல்லும் ஆற்றல் மிகுதியாகிக்கொண்டே வருகிறது. சதை மரம், உலோகம் இவற்றையும் ஊடுருவிச்சென்று புகைத்தட்டில் விழுந்து படம் பிடிக்கக் காண்கிறோம். ஆனால் இடையேவரும் பொருளின்செறிவு மிக்குவர மிக்குவர இந்தக் காணு ஒளியின் ஊடுருவிப்பாயும் ஆற்றல் குறைந்துகொண்டே வருகிறது. இதனாலேயே எலும்பினையும், உடலுக்குள்ளே புகுந்து மறைந்த துப்பாக்கிக் குண்டு முதலிய உலோகங்களையும் படமெடுத்து அறிய முடிகிறது. தோல்மேல் இருக்கும் புற்றுப்புண்ணை ஆற்றுவதற்கும் இது உதவுகிறது. இரான்ட்ஜன் (*Rontgen*) கண்டதால் இதற்கு ரான்ஜன் கதிர் என்றும் பெயர்.
	கம்மாக்கதிர் (*Camma Rays*)	$\frac{1}{10}$ *a. u.* முதல் $\frac{1}{100}$ *a. u.* வரை.	ரேடியம் யுரேனியம்போன்ற கனமுள்ள அணுக்களிலிருந்து இந்த ஒளி வீச்சு எழுகிறது. இவற்றில் அலையளவிற் குறைந்தவை ஓர் அடி கனமுள்ள இரும்பினையும் ஊடுருவிச்சென்று புகைப்படத்தில் விழும்.

வகை	நீளம்	விபரம்
அண்டக்கதிர் (*Cosmic Rays*)	$\frac{1}{100}$ *a u* முதல் $\frac{1}{100000}$ *a. u.* வரை.	இவை நட்சத்திரக் கதிர்களுக்கு அப்பாலும் இப்பாலும் அண்டம் முழுதும் பரவிநின்று வருபவை. இவை 16 அடி கனமுள்ள ஈயத்தினையும் ஊடுருவிப் பாய்ந்து வரும் ஆற்றல்பெற்றவை சூரியனை விட்டொழித்தால் வானிலிருந்து நம்மிடம் வரும் ஆற்றல்களில் $\frac{1}{10}$ அண்டக் கதிர் வீச்சேயாம். நீரின் ஆழத்திலும் இந்தக் கதிர்வீச்சினைக் காணலாம் வினாடிக்கு 15 கதிர்களாக நம் உடலில் இவை பாய்கின்றன. என்ன என்ன மாறுதலை இவை விளைவிக்கின்றனவோ? யார் அறிவார்! முன் இதனைப்பற்றிக் கூறியுள்ளோம்.

(a u. = anqstrom unit) இது அங்ஸ்ட்ரம் எனக் குறிப்பிட்டதேயாம்.

10. அண்டக் கண்ணாடியில் அணுவின் நிழல்

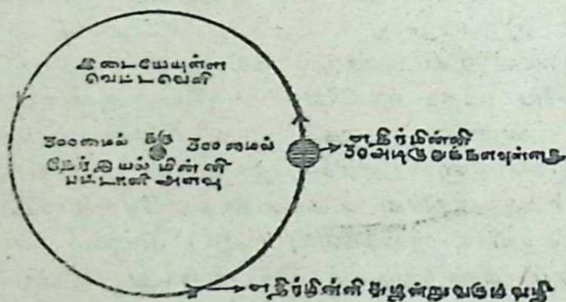
எல்லாம் வெட்டவெளி

நேர் இயல் மின்னி நிறைந்த கருவினை எதிர் மின்னிகள் சுற்றிவருகின்றன எனக் கண்டோம். அணுவின் குறுக்களவில் ஐம்பதாயிரத்தில் ஒருபங்கே ($\frac{1}{50000}$) எதிர் மின்னியின் குறுக்களவாம். நேர் இயல் மின்னியின் குறுக்களவோ எதிர் மின்னியின் குறுக்களவில் $\frac{1}{2000}$ ஆம். எதிர் மின்னியின் பொருண்மை (1×10^{27}) கிராம். நேர் இயல் மின்னி இதனினும் 1850 மடங்கு கனமுள்ளதாம். எதிர் மின்னியின் மின்சாரம் ($\frac{4}{7} \times 10^{10}$) இயங்கா நிலை மின் தனியனும். (*Electro static unit*) எடையிற் பெரிய கரு எடையிற் சிறிய எதிர் மின்னியைவிட இடஅளவிற் சிறியதாக இருப்பது ஒரு வியப்பு. அவ்வளவு அழுத்தமாகக் கருவானது கட்டுண்டுகிடக்கிறது எனத் தெரிகிறது. இதனாலேயே அந்தக் கருவினைச் சிதைப்பது அருமையாகும். ஒரு துளி தண்ணீரை உலகம் அளவு பெரிதாக ஒரு சித்தர் ஆக்கித்தருவாரானால் அங்கே அணுக்கள் ஒவ்வொன்றும் ஒரு மீடர் குறுக்களவு உடையதாகத் தோன்றும். அப்போதும் கருவின் குறுக்களவு ($\frac{1}{100}$) மில்லிமீடரேயாம். அப்போதும் கண்ணுக்குத் தோன்றுவது முடியாதாம். ஹைட்ரஜன் அணுவினை 300 மைல் ஆரையுள்ள அதாவது 600 மைல் குறுக்களவுள்ள பெரிய சக்கரம்போல் விம்மு

மாறு அந்தச் சித்தர் செய்வாரானால் நடுவே அதன் அச்சில் நேர் இயல் மின்னி பட்டாணி அளவு கிடக்கக் கண்ணாலே காணலாம். வியப்பினும் வியப்பாக எதிர்மின்னி இதனினும் மிகப் பெரியதாய், 30 அடி குறுக்களவு உள்ள பெரிய உருண்டையாய், சக்கரத்தின் வட்டையில் கிடக்கும்; இவற்றிற்கு இடையே எல்லாம் வெட்டவெளியேயாம். சூரியனுக்கும் கோள்களுக்கும் இடையே வெட்டவெளி கிடப்பது போல இங்கும் அணுவில் கருவுக்கும் எதிர் மின்னிக்கும் இடையே எல்லாம் வெட்டவெளியேயாம். எடை முழுவதும் சூரியனில் கிடப்பதுபோல அணுவிலும் எடை முழுவதும் கருவிலேயே கிடக்கின்றது. இவ்வாறு, அணு முழுதும் வெட்டவெளியாக இருத்தலால் கருவினைத் தாக்க முயலும்போது தாக்கச்செல்லும் பொருள் கருவிலேயே படமாட்டாது வெட்டவெளியிலேயே ஓடிப்போகும்.

ஹைட்ரஜன் அணு

ஹைட்ரஜன் அறை



மண்டலக் கணக்கு

எதிர் மின்னிகள் ஒன்று, இரண்டு, மூன்று என்று 92 வரை கோள்களாகச் சுற்றும் புறவட்டத்தில் அணு வரிசையில் ஏறிக்கொண்டுவரும்போது, அவை எவ்வாறு பரவிநிற்கின்றன எனக் காணல்வேண்டும். இவை கருவினைச்சுற்றிப் பலபல வட்டங்களாக அமைகின்றன. கருவினுக்கு அடுத்த வட்டம் 2 எதிர் மின்னிகளைக் கொள்ளும். அதற்கு அடுத்த இரண்டாவது வட்டம் 8 எதிர் மின்னிகளைக் கொள்ளும். அதற்கு அடுத்த மூன்றாவது வட்டமும் 8 எதிர் மின்னிகளைக் கொள்ளும். நான்காவதும், ஐந்தாவதும் ஒவ்வொன்றும் 18 எதிர் மின்னிகளைக் கொள்ளும். ஆறுவதும், ஏழாவதும் ஒவ்வொன்றும் 32 எதிர் மின்னிகளைக்கொள்ளும். இந்த எண் வரிசையில் ஒரு பொருத்தம் காண்கிறோம். ஒன்று, இரண்டு, மூன்று, நான்கு என்ற நான்கின் மடங்கு எண்களை இரண்டால் பெருக்கிய தொகையாக இவை வருதல் காண்க.

$$(1 \times 1)\,2 = 2$$
$$(2 \times 2)\,2 = 8$$
$$(3 \times 3)\,2 = 18$$
$$(4 \times 4)\,2 = 32$$

ஒன்று, இரண்டு, மூன்று, நான்கு என்பன அவ்விடத்தில் எழும் ஆற்றல் எண்ணும். (*Quantum*) எதிர் மின்னிகள் எதிர்நிலையாக இருவேறு வகையில் சுழலுவதைக் குறிப்ப தாகும். இந்தப் பலவகைவட்டங்களில் நாலுவட்டங்களே முழுதும் நிரம்பி இருக்கக் காண்கிறோம். ஐந்து, ஆறு,

ஏழு வட்டங்கள் கனமுள்ள அணுக்கள்வரும் வட்டங்களாகும். இவை முழுதும் நிரம்பி இருக்கக் காணேம். மற்ருென்றும் இங்கு குறித்தல்வேண்டும். இந்த மேல்நிலை வட்டங்களில் வெளிப்புறத்தில் இருக்கின்ற மண்டலம் மேல்படி கணக்குப்படி 18 அல்லது 32 எதிர் மின்னிகள் கொண்டு விளங்கவேண்டும் என்று இருந்தாலும், எந்த வெளிப்புற வட்டத்திலும் 8 எதிர் மின்னிகளுக்குமேல் இருப்பதில்லை. படத்தை எதிரே காண்க.

வெளிக்குத் தெரியாமல் உள்ளே சேர்த்து வைத்தல்

முதல் வட்டத்தில் 2 எதிர் மின்னிகள்; இரண்டாம் வட்டத்தில் 8 எதிர் மின்னிகள்; மூன்ருும் வட்டத்திலும் 8 எதிர் மின்னிகள். இதற்கும் மேலுள்ள வட்டங்களில் போகும்போது ஒரு புதியமுறை தோன்றக் காண்கிருேம். வட்டங்களில் ஒவ்வொன்ருக ஒவ்வொன்ருக எதிர் மின்னி ஏறிவர ஏறிவர அணுவின்வகையும் மாறிவரும் என்ருேம். முதல்மூன்று வட்டங்கள்வரையில் முதல்வட்டம் நிரம்பிய பின்னர் இரண்டாம் வட்டமும், முதலிரண்டு வட்டமும் நிரம்பியபின்னர் மூன்ருும் வட்டமும் நிரம்பிவரக் காணலாம். மேல்வட்டங்களில் போகும்போது, இந்த முறை மாறுகிறது. அங்கெல்லாம் எதிர் மின்னி நிரம்ப இரண்டு வழிகள் உண்டு நான்காவது வட்டத்தில் எதிர் மின்னிகள் முறையே ஒவ்வொன்ருக 8 வரை ஏறிநிரம்புவது ஒருவழி. அப்படி நான்காவது வட்டத்தில் புகாது மூன்ருும் வட்டத்திற் புகுந்து அதனை 18 வரை நிரப்பிவருவது ஒரு வழி. மேலேயுள்ள கோவைப் படத்தினைக் காண்க.

வெளிப்புற ஒற்றுமை

கீழ்க்கண்டவை அருமண் என்பவை. இவை ஓரினமாதல் வெளிமண்டலத்தால் வேருவது 4-வது மண்டலத்தில் எதிர்மின்னி ஏறிவருவதேயாம்.

(குறுக்கம் - ம. மண்டலம்.) மண்டல எண்கள் எதிர்மின்னிகளைக் குறிக்கின்றன.

அணு எண்	1 ம.	2 ம.	3 ம.	4 ம.	5 ம	6 ம	
57	2	8	18	18	9	2	நான்காம் மண்டலத்தில் எதிர்மின்னியின் எண்ணிக்கை ஏறிவருவது காண்க
58	2	8	18	19	9	2	
59	2	8	18	20	9	2	
60	2	8	18	21	9	2	
61	2	8	18	22	9	2	
62	2	8	18	23	9	2	
63	2	8	18	24	9	2	
64	2	8	18	25	9	2	
65	2	8	18	26	9	2	
66	2	8	18	27	9	2	
67	2	8	18	28	9	2	
68	2	8	18	29	9	2	
69	2	8	18	30	9	2	
70	2	8	18	31	9	2	
71	2	8	18	32	9	2	
	ஒற்றுமை	(ஒ)	(ஒ)	வேற்றுமை	(ஒ)	(ஒ)	

இரண்டாவது உள்ள கோவையுள் பல வேதிப் பொருள்களின் ஒற்றுமை இந்த வட்டங்களிலுள்ள எதிர் மின்னிகளின் எண்களாலேயே காணலாம். க்ரோமேட் (*Chromate*) மாங்கனேட் (*Manganate*) பெர்ரேட் (*Ferrate*) என்பவை க்ரோமியம், மாங்கனீஸ், இரும்பு என்பன. ஆக்ஸிஜன் என்ற உயிரியத்தோடு கலந்த கலவைகளாம். இவற்றின் வட்டங்களில் (*2, 8, 8, 6*) எதிர் மின்னிகளும், (*2, 8, 9, 6*) எதிர் மின்னிகளும் முறையே இருக்கக் காண்கிறோம். இவற்றின் ஒற்றுமை வெளிப்புறவட்டத்தில் ஒரே எண்ணுள்ள எதிர் மின்னிகள் கொண்டுள்ளதாலேயாம்.

வேதி இயல்பு புறவட்ட இயல்பே

இந்த வெளிப்புற வட்டத்தினைக் கொண்டுதான் பொருள்களின் வேதி இயல்பினைக் கூறவேண்டுமென்பது தெளிவாகின்றது. எல்லா அணுக்களின் வெளிப்புற வட்டத்திலும் 8 எதிர் மின்னிகளுக்குமேல் இல்லை எனக் கண்டோம். 8 வந்ததும் இது நிரம்பிவிடும். மேல் ஒரு எதிர் மின்னியும் அங்கே புக இடமில்லை. நீரியத்தில் ஒரே ஒரு எதிர் மின்னிதான் உண்டு. அடுத்துவரும் ஹீலியத்தில் இரண்டு எதிர் மின்னிகளே உண்டு. பிற வட்டங்கள் 8 எதிர் மின்னிகொள்ள இந்த உள்நிலை வட்டமோ இரண்டிற்குமேல்கொள்வதில்லை. பிற அணுக்களின் வெளிப்புற வட்டத்தில் 8 எதிர் மின்னி நிறைந்ததும் மேல் ஒன்றும் உள்நுழைய இடம் இல்லாதபடி நிரம்பியநிலையில் கிடப்பதுபோல ஹீலியத்தின் வெளிப்புற வட்டமும் மேல் ஒன்றும் உள்நுழைய இடம் இல்லாதபடி நிரம்பிய நிலையில் கிடக்கின்றது. இந்த ஹீலியத்தின்

வெளிப்புற வட்டத்தில் இரண்டு எதிர் மின்னிகள் நிறைந் ததும் மேலும் எதிர் மின்னி எங்கே நுழையப்போகிறது. மேலே எதிர் மின்னி வரவேண்டுமானுல் அடுத்துவரும் வட்டம் ஒன்றைப் படைத்துக்கொண்டு அதிலே நுழையும்.

ஒன்று ஒன்ருய் ஏறும்

எதிரேயுள்ளபடங்கள் வெளிப்புறவட்டத்தில் எதிர் மின்னிகள் ஒவ்வொன்ருக ஏறிவரும் நிலையைக் காட்டு கின்றன. இரண்டாம் நிலை வட்டத்தில் எதிர் மின்னி ஏறிவருவதைக் குறிப்பாகக்கொண்டு அணுக்களின் பெய ரைக் கீழே எழுதியுள்ளோம். இவற்றிற்குள்ளே ஹீலிய எதிர் மின்னி வட்டம் அகநிலை வட்டமாக இருக்கும் என எண்ணிக்கொள்ளவேண்டும். மூன்ருவது வட்டம், நான்காவது வட்டம், ஐந்தாவது வட்டம், ஆருவது வட்டம் என்பவை வெளிப்புற வட்டங்களாக வரும்போது இவ் வாறே ஒவ்வொன்ருக எதிர் மின்னி கூடிவர 8 வந்ததும் நிரம்பிவிடுவதனைக் குறிக்க இந்தப் படங்களையே பயன் படுத்தலாம். அப்பொழுது அகநிலை வட்டங்கள் பல உள்ளே இருக்கின்றன எனக் கொள்ளுதல் வேண்டும்.

வைதிகர்

8 மின்னிகளும் நிறைந்த நிறையில் இவை முழுநிலை யாகக் கிடக்கின்றன. மேலும் இந்த வட்டத்தில் எதிர் மின்னி வந்து நுழைய இடம் இல்லை என்ருேம். ஆகவே வெளிப்புற வட்டத்தில் 8 எதிர் மின்னிகள் பெற்றவை வேறு எந்தப் பொருள்களோடும் சேர்வதில்லை. அதாவது வேறு அணுவோடு சேர்வதில்லை. அணுவோடு அணு

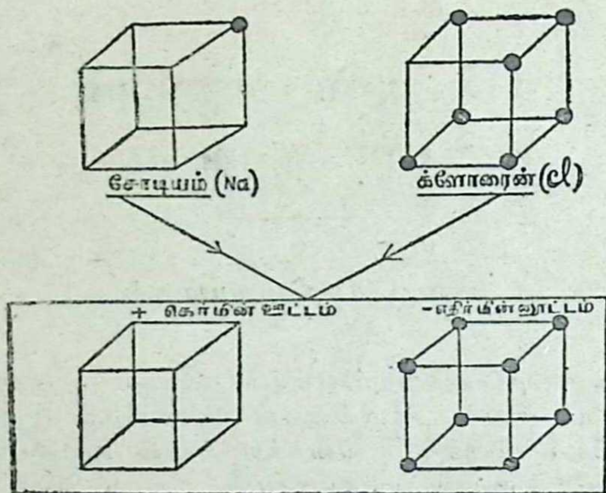
சேர்வது என்ருல் என்ன? ஓர் அணுவின் வெளிப்புற வட்டத்திலுள்ள எதிர் மின்னிகள் மற்ருேர் அணுவின் வெளிப்புற வட்டத்திலுள்ள எதிர்மின்னிகளோடுசேர்ந்து ஒரு வட்டம்போலத்தோன்றநிற்பதாம். எதிர் மின்னிகள் வர இடமில்லாதபோது சேர்வதற்கு இடம் ஏது? 82-ம் நிறைந்த அணுக்கள் இப்படியே இருக்கின்றன. இவை எல்லாம் வைதிகர்போல ஒரு அணுவையும் தீண்டுவதில்லை (*all noble gases*).

---

11. ஆண் அணுவும் பெண் அணுவும்

குறையே நிறையாதல்

அணுவும் அணுவும் எப்போது சேரும்? அணுவின் புறவட்டத்தில் எதிர்மின்னிகள் குறைந்தும் இருக்கும்; நிறைந்தும் இருக்கும். நிறைந்திருந்தால் வைதிகர்போல வேறோர் அணுவைத் தீண்டாமலே வாழும் எனக் கண்டோம். குறைந்திருந்தால் குறைந்திருக்கும் இரண்டு அணுவும் ஒன்று சேரும். கூட்டுறவு வாழ்க்கையின் பெருமை அணுஉலகிலும் இவ்வாறு விளங்குகிறது. ஒன்றன் குறைவை ஒன்று தீர்க்க, இரண்டும் நிறைந்து விடுகின்றன. குறைவே நிறைவாகிற மாயை இதுதான். ஓர் அணுவின் வெளிப்புற வட்டத்தில் ஒரே ஒரு எதிர் மின்னி சுழல்கிறது. மற்றோர் அணுவின் வெளிப்புற வட்டத்தில் ஏழு எதிர் மின்னிகள் சுற்றிவருகின்றன. குறைநிலையில் இருக்கின்ற இந்த ஏழும், ஒன்றும் ஒன்றாகக் கூடிச் சேர்ந்ததும் எட்டு ஆகிவிடும். புறநிலை வட்டம் நிறைய எத்தனைவேண்டும்? எட்டு எதிர் மின்னிகள் அல்லவா? அடுத்தபக்கத்திலிருக்கும் படத்தைப் பார்த்தால் இது விளங்கும். சோடியத்தின் (*Sodium*) வெளிப்புற வட்டத்தில் ஓர் எதிர்மின்னி இருப்பதைப் பார்க்கலாம்.



சோடியம் க்ளோரைட் (சோற்றுப்பு) Nacl மின்னூட்டமே இரண்டையும் பற்றவைக்கின்றது

அதற்குள்ளே எட்டு எதிர்மின்னி நிறைந்த ஓர் இடைநிலை வட்டமும், அதனுள்ளே இரண்டு எதிர்மின்னி நிறைந்த மற்றொரு அகநிலை வட்டமும் உண்டென்று கொள்ள வேண்டும். க்ளோரைன் (*Chlorine*) என்ற இதிலும் முன்போல அகநிலை வட்டமும், இடைநிலை வட்டமும் நிறைந்திருக்கும். புறநிலை வட்டம்மட்டும் நிறையாமல் ஒன்று குறைந்து ஏழு எதிர்மின்னிகளுடனே விளங்கு கிறது. க்ளோரைனும் சோடியமும் என்ற இரண்டும் ஒன்றுனவுடன் குறைவேகாணோம். இரண்டும் நிறை நிலையில் இயைந்து விளங்குகின்றன. க்ளோரைன் அணு வின் புறவட்டம் நிறைநிலைவட்டமாகி விடுகிறது. சோடிய

மும் நிறைநிலையில் நிற்கின்றது. எப்படி? புறநிலை வட்டம் மறைகிறது. அகநிலை வட்டமும் இடைநிலை வட்டமும் முன்னரே நிறைநிலையில் இருந்தவைதானே! அங்கே எதிர்மின்னிகள் வந்து புக இடமில்லை. இங்கு நிகழ்ந்தது என்ன? சோடியம் எதிர்மின்னி ஒன்றனை இழந்தது. க்ளோரைன் எதிர்மின்னி ஒன்றனைப்பெற்றது. சோடியமும் க்ளோரைனும் சேர்ந்ததுதான் நாம் உண்ணும் சோற்றுப்பு அல்லது கறி உப்பு. இது ஒரு கலவை.

தீண்டுமா?

ஆனால் ஓர் ஐயம் பிறக்கிறது. நிறைநிலையில் உள்ள இரண்டு அணுக்கள் ஒன்று ஒன்றினைத் தீண்டுவதில்லை; என்று அல்லவா கண்டோம். எதிர்மின்னியை இழந்தும் பெற்றும் இவை நிறைநிலையில் நின்றால், இவை இரண்டும் கலவையாவது எங்ஙனம்? அணு நேர் நிலையோ எதிர் நிலையோ இன்றிச் சமநிலையில் இருக்கின்றது. அதிலே ஒரு எதிர்மின்னி குறையுமானால், நேர் மின்நிலை ஓங்கும். மற்றோர் அணுவில் எதிர்மின்னி வந்து சேருமானால் எதிர் மின்நிலை மேலோங்கும். ஆதலால் சோடியம் எதிர்மின்னியை இழந்து, நேர்மின் ஊட்டம் பெறும். க்ளோரைன் எதிர்மின்னியைப் பெற்று எதிர்மின்னூட்டம் பெறும். நேர்மின் ஊட்டத்திற்கு முன் எதிர்மின் ஊட்டம் வருமானால் இரண்டும் ஒன்றை ஒன்று தழுவிக்கொண்டு கலவையாகும். சம மின்நிலையில் இருக்கும் அணுக்கள் நிறை வட்டங்கொண்டு நின்றால்தான் ஒன்றை ஒன்று தீண்டுவதில்லை. ஓர் அணுவின் வெளிப்புற வட்டத்தில் இரண்டு எதிர்மின்னியும், மற்றோர் அணுவின் வெளிப்புற வட்டத்தில் ஆறும் இருந்தால் அவையும் இவ்வாறே ஒன்றாகி நிறை நிலையிற் கலக்கும். புறநிலை வட்டத்தில்

முறையே ஐந்தும் மூன்றும் எதிர்மின்னிகள் நீரிலே கொண்ட இரண்டு அணுக்களும் இவ்வாறு கலவையாகும்.

அணுமுகம்

பூட்டும் சாவியும்போல இரண்டு அணுவும் ஒன்று சேரும். எத்தனை விசிறி (*Lever*) பூட்டில் இருக்கின்றதோ அத்தனை வளைவுப்படிகள் சாவியிலும் காணும் அணுக்கள் சேரும்போதும் வெளிவட்டத்தில் எத்தனை எதிர்மின்னிகள் ஒன்றிற் குறைகிறதோ அத்தனை எதிர்மின்னிகள் மற்றொன்றில் இருக்கும். இரண்டு எதிர்மின்னிகள் மிகுந்த அணு ஒவ்வொன்று குறைந்த இரண்டு அணுக்களோடும் சேரலாம். குறைநிலையில் இருக்கின்ற முதல் அணு ஹைட்ரஜன்தான். இரண்டு எதிர் மின்னிகள் நிரம்பக்கூடிய வட்டத்தில் ஒரு எதிர்மின்னி கொண்டுதான் விளங்குகிறது ஹைட்ரஜன். பூட்டில் விசிறி என்று பேசுவது போல அணுக்கலவையில் ஹைட்ரஜனை அளவுகோலாகப் பேசுகிறோம். 'ஒரு ஹைட்ரஜன் அணுவோடு சேருகின்ற அணு; இரண்டு ஹைட்ரஜனோடு சேருகின்ற அணு; மூன்று ஹைட்ரஜனோடு சேருகின்ற அணு;'' என்றெல்லாம் பேசிக்கொண்டே போவார். இவற்றை ஒருமுக அணு, இருமுக அணு, மும்முக அணு என்றும் பேசலாம். இங்கு அணுமுகம் என்பதை வெலன்சி (*Valence*) என்று ஆங்கிலத்தில் வழங்குவர். இதனைப் பிடி என்றும் கொக்கி என்றும் பலவாறு விளக்கிவைப்பது உண்டு. இருமுகம் என்றால் இரண்டு கொக்கிபோலாம். ஒவ்வொரு கொக்கியும் ஒவ்வொரு ஹைட்ரஜன் அணுவிலாக இரண்டு ஹைட்ரஜன் அணுவில் மாட்டிக்கொள்ளும். ஹைட்ரஜன் அணு என்றால் ஹைட்ரஜன் அணுவே வரவேண்டியதில்லை. க்ளோரைன் போன்ற புறவட்டத்தில் ஓர் எதிர்மின்னி குறைந்த அணுக்களும் வரலாம். இந்த அணுமுகத்தை எழுதிக்காட்டும் மரபை அடுத்தபக்கம் காணலாம்.

Na ᔕ cl (Na - சோடியம். cl - க்ளோரைன் இடையேயுள்ள கோடு (Na — cl) ஒருமுகம் அல்லது ஒரு கொக்கி என்பதனைக் காட்டுகிறது.)

Ca ᔕcl ᔕcl (Ca - கால்ஷியம் என்ற சுண்ணும்புச் சத்து இருமுகம் இரு கொக்கியுடன் விளங்குகிறது.

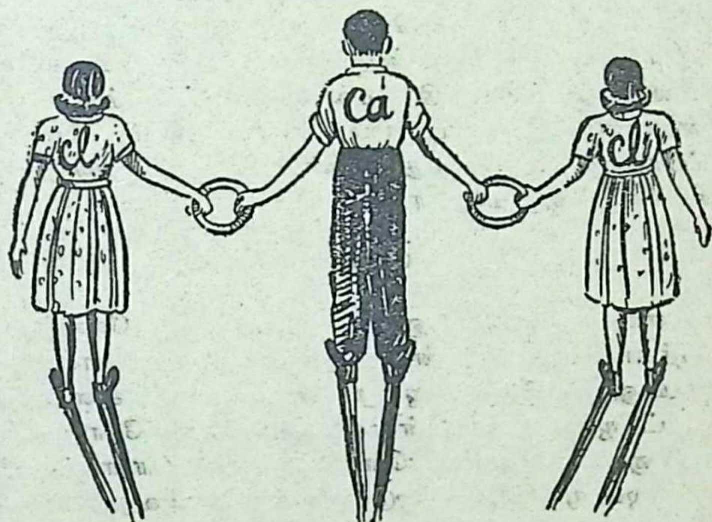
(Ca^{cl}_{cl})

al ᔕcl ᔕcl ᔕcl (al - அலுமினியம் இது மூன்று க்ளோரைன்களோடு சேரும் இந்த மும்முக நிலையை மூன்று கோடு இட்டுக் காட்டலாம்.

$\left(al \begin{matrix} \leftarrow cl \\ \leftarrow cl \\ \leftarrow cl \end{matrix}\right)$ மூன்று கொக்கிகள் இட்டுக் காட்டி இருக்கிறது.

கால்ஷியம் — க்ளோரைனது இருமுகக் கொக்கி

cl ↖ Ca ↖ cl



(சுண்ணும்பு சத்து)
கால்ஷியம் (Calcium)

$(CaCl_2)$

ஆணும் பெண்ணும்

ஆண்மரம், பெண்மரம்; ஆண்பறவை, பெண்பறவை; ஆண்விலங்கு, பெண்விலங்கு; ஆண்சாவி, பெண்சாவி என்று உலோகத்தையெல்லாம் சக்தியும் சிவமுமாகப் பேசுவதுபோல அணுக்களையும் ஆண் அணு, பெண் அணு எனக் கெண்டால் (Kendall) என்ற ஆசிரியர் பேசுகிறார். இவர் பேசுவது நகைச்சுவை ததும்பும் ஓர் கதை—ஆம்! ஓர் அமெரிக்கக் கதை. உலோக அணுக்கள் எல்லாம் ஆண் அணுக்களாம். உலோகம் அல்லாத அணுக்கள்—உலோக மலிகள் (Non-metals) பெண் அணுக்களாம். பெண்களைக் கண்டதும் காமவெறிகொண்டு ஓடும் ஆண்கள் போன்றனவாம் உலோக அணுக்கள். இடம்பாச்சாரிகளைப் போல இவை தம் எதிர் மின்னிகளைக் கொடுத்து கின்றனவாம். சோடியமும் க்ளோரைனும் சோற்று உப்பாக ஒருங்குசேர்வது எதிர்மின்னியாம். பணத்திற்காக நிகழும் ஒரு மணமாகும்.

பேகன்

எந்தக் காடியிலேனும் ஏதேனும் ஒரு லோகத்தை வைத்தால்—காடிகொண்டு உலோகத்தைத் தாக்கினால் காடியிலுள்ள ஹைட்ரஜன் உலோகம் தள்ளிக் களைகிறது. ஹைட்ரஜனோடு கலந்துள்ளவை ஹைட்ரஜன்போய்விட்ட படியினால், மற்றவைகளோடு கலந்துகொள்கின்றன. ஆக்ஸிஜன் முதலியவற்றோடு இணைந்துகொள்வதும் உண்டு. பேகன் கண்ணகியைத் தள்ளிவிட்டு வேறு ஒருத்தியைக் காதலித்து வாழ்ந்ததுபோலாகும் இது. அணுமுகம் என்று முன்னர்ப் பேசினோம். ஹைட்ரஜனை அளவுகோலாகக் கொண்டு இத்தனை முகம் என்று பேசுகிற வழக்கத்தையும்

குறிப்பிட்டோம். ஒரு உலோக அணு எத்தனை ஹைட்ரஜன் அணுவினைத் தள்ளிக் களைகிறதோ அத்தனை முகம் கொண்டது அந்த உலோகம் என்று சொல்லலாம். காரியம் (*Lead*) வெள்ளியம் (*Tin*) போன்றவை. இவ்வாறு பரத்தையர் மயக்கத்தில் ஹைட்ரஜனைத் தள்ளிக் களைவதில்லை. பொன்னும் வெள்ளியும் போன்ற ஆண் அணுக்களோ இந்த இடம்பாச்சாரி காமக் கேளிக்கையில் சேராத கொடாக்கண்டர்களாவார்கள்.

நேர்முகமும் எதிர்முகமும்

இங்கு என்ன நிகழ்கின்றது? உலோகம் எதிர் மின்னியை இழக்கிறது. உலோகம் அல்லாதவை இந்த எதிர் மின்னியைப் பெறுகின்றன. மின்னியை இழப்பதனை உடன்பாட்டு அணுமுகம் (*Positive valence*). மின்னியைப் பெறுவதனை எதிர்மறை அணுமுகம் எனலாம். (*Nagative valence*). கொக்கி என்றால் அந்தக் கொக்கியானது மாட்டிக்கொள்வதற்கு வளையம் ஒன்று வேண்டாமா? கொக்கியை உடன்பாட்டுமுகம் என்றால் வளையத்தினை எதிர்மறைமுகம் எனலாம். மின்னிகளை இழத்தல் செலவாளிகளாம் உலோகங்களின் இயல்பு. மின்னிகளைப் பெறுதல் பணம் பிடுங்கும் பரத்தைகளாம் உலோகமலிகளின் இயல்பு.

---

12. இடம்பாச்சாரி நாடகம்

வரவு செலவு

கெண்டால் (*Kendell*) என்பார் மருதத்திணைப்பாட்டு ஒன்று பாடியதனைக் கேட்டோம். உலோக அணுக்கள் இடம்பாச்சாரி அணுக்கள்; மற்றவை மதனசுந்தரி அணுக்கள். எதிர்மின்னிதான் இங்கு வழங்கும் பொன். கொடுப்பவன் இடம்பன்; பறிப்பவள் மதனசுந்தரி. இத்தகைய வாழ்வு அணு உலகில் உண்டா? சோடியமும் க்ளோரைனும் சோற்றுப்பு ஆகிற கதையை அறிவோம். சோடியமும் ஒரு உலோகம். ஆண் அணு எதிர்மின்னியை இழப்பது; க்ளோரைன் உலோகமல்லாதது; பெண் அணு எதிர்மின்னியைப் பறிப்பது. சோடியம் எதிர்மின்னியை இழந்தால் என்ன ஆகும்? மின்சாரச் சமநிலை பிறழ்ந்து எதிர்மின் ஊட்டம் குறைந்து தோன்றும். அதாவது நேர்மின் ஊட்டம் பெற்றுத் தோன்றும். இந்த எதிர் மின்னியைப் பெறுவதால் எதிர்மின் ஊட்டம் மிக்குத் தோன்றும். சமநிலைபிறழ்ந்த அணுவைச் செல்லி (*ions*) என்போம். எனவே சோடியம் நேர்மின் செல்லியாகவும் க்ளோரைன் எதிர்மின் செல்லியாகவும் மாறிவிடுகின்றன. இது உண்மையா என மின்வழிப் பிரிநிலை முறையில் காணலாம். (*Electrolysis*)

மின்னலில் கலவை

மின்வழிப் பிரிவிலே என்ருல் என்ன? முலாம் பூசுதல் எனப் பேசுகின்ருேம். அங்கேபார்க்கலாம் ஒரு கண்ணுடித் தொட்டி. அதில் ஒரு கரைசல் (*Solution*). இவற்றைப் பார்க்கின்ருேம், மின்சாரக்கம்பிகள் இரண்டும் பிரிந்து வலப்புறம் ஒன்றும், இடப்புறம் ஒன்றுமாகக் கரைசலில் தோய்ந்து கிடக்கின்றன. ஆணியை (*Switch*) அழுத்தியதும் மின்சாரம் பாய்கிறது. கரைசலிலுள்ள கலவையோ மூலப்பொருள்களாகப் (*Elements*) பிரியத் தொடங்குகின்றன. பொன் அல்லது வெள்ளி முலாம் பூசுதல் நிகழ்கிறது இந்தக் கண்ணுடித் தொட்டியில் சோற்றுப்பைக் கரைத்து வைத்தால் என்ன காண்போம்? மின்சாரம் சமநிலே பிறழ்ந்து கிடக்கிறது. இடையே கம்பி இருந்தால் எதிர்மின்னி பாய்ந்து சமநிலே பிறந்து இருக்கும். கம்பி இல்லாமையால் செல்லிகளே ஒருபுறத்திலிருந்து மறுபுறத்திற்கு ஓடிச் சமன்செய்யப்பார்க்கின்றன ஆனுல் வெற்றி பெறுவதில்லே. இங்கே எதிர்மின் முனேயை நோக்கி அதனேப் பற்றிக்கொள்ளப் போகின்றவை சோடியச் செல்லிகளே. எதிர்மின் முனேயை நோக்கி எதிர்மின் ஓட்டம் ஓடாது. இரண்டும் ஒன்றை ஒன்று வெறுத்துத் தள்ளும் அன்ருே? ஆதலின், சோடியத்தின் மின்னி நேர்மின் ஊட்டம் பெற்ற நேர்மின் செல்லியேயாம். க்ளோரைன் செல்லியோ நேர்மின் முனேயை நோக்கி ஓடுகிறது. ஆதலின் அது எதிர்மின் ஊட்டம் பெற்ற எதிர்மின் செல்லியே ஆதல் வேண்டும். இவை இரண்டும் சோற்றுஉப்பாகக் கலந்து நிற்கும்போது இவை எதிர்மின்னியை இழந்தும் பெற்றும் விளங்குவது புலனுகிறது. சர் வில்லியம் ப்ராக் (*Sir. William Bragg*) என்பவர் இந்த உப்பினேப்

படம் பிடித்துக் காட்டுவதும் இதுபோலவே இருக்கிறது. படத்தினைக் காண்க. (பக்கம் 149)

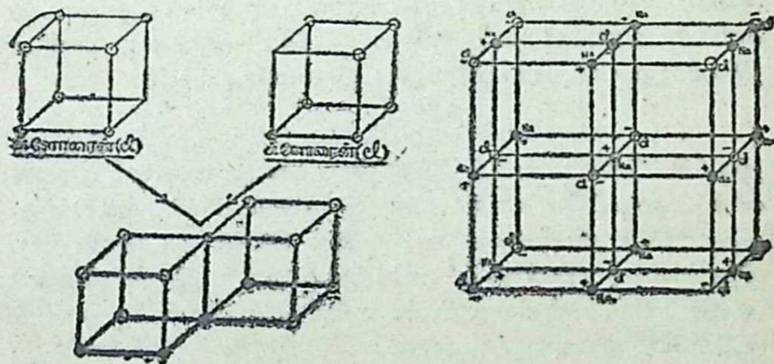
பெண்கள் சங்கம்

ஆனால் எல்லாக் கலவைப் பொருள்களையும் இப்படி நேர்முனை எதிர்முனை எனப் பிரிக்கமுடியாது பிரிக்க முடிவனவற்றை மின்முனைக் கலவை எனலாம். பிரிக்க முடியாதவற்றை மின்முனையலாக்கலவை எனலாம். எதிலீன், கார்பண்டை ஆக்சைட், கார்பண்டை சல்பைடு (*ethelene* CH_2-*Carbondioxide* CO_2-*Carbondisulphide* CS_2) என்பவை இத்தகைய மின்முனையலாக் கலவைகளாம். இவற்றில் உலோகமே இல்லை. ஆதலின், இவற்றினை ஆண்வாடை விசாத பெண்கள் சங்கம் எனக் கூறலாம்.

பெண்களின் செலவு

ஆண்கள் வந்தால் அவர்கள் பெண்களுக்கு எனச் செலவுசெய்வதனை உலோகங்களிடம் கண்டோம். செலவின் நன்மையைப் பெண் அணுக்களே பெறுவதனையும் கண்டோம். ஆண்களே இன்றிப் பெண்களே வந்து கூடினால் என்ன ஆகும்? தத்தம் செலவினைத் தாங்களே கொடுத்துத் தொலைப்பர். ஆகவே, உலோகமல்லாதவை கலவையாகும்போது எதிர்மின்னியை இழப்பதுமில்லை; பெறுவதுமில்லை. தம் எதிர்மின்னிகளைப் பொதுவாகக் கொண்டு வாழ்கின்றன. இப்போது நேர்வகை அணுமுக எண் (*Postive valence*) எதிர்வகை அணுமுக எண் (*negative valence*) என்பன என்ன என விளங்குகின்றன. கலவையாகும்போது, ஓர் அணுவின் எதிர்

மின்னிகள் மற்றோர் அணுவின் வெளிவட்டத்தில் புகுவதனைக் கண்டோமன்றோ? அதுவே நேர்வகை அணுமுக எண்ணின் இயல்பாம். கலவையாகும்போது தன் மின்னியை இவ்வாறு கொடாமல் ஓர் அணு பிறிதோர் அணுவின் எதிர் மின்னியைப் பெறுகின்றதனையும் கண்டோ மன்றோ? இவ்வாறு பெறுவதே எதிர்வகை அணுமுக எண்ணின் இயல்பாம். உடன்வகை அணுமுக எண் என்பதும் (*Co-valence*) உண்டு. அது என்ன? அதுதான் பெண்கள் சங்கத்தின் இயல்பு. இரண்டு வேறு அணுக்களுக்கும் உள்ள எதிர் மின்னிகளைப் பொதுவாக வைத்து அம் மின்னிகளுக்கும் பொதுவாக மண்டலவழி ஒன்று அமைத்து அதிலே அம்மின்னிகளை ஓட விடுகின்ற நிலையே உடன்வகை அணுமுக எண்ணின் இயல்பாம். கீழே உள்ள படத்தில் காண்க.



சோடியம் க்ளோரைட்டில்போல இங்கே திர்மின் ஊட்டம் நேர்மின்னூட்டம் என வேறு வேறு செல்வியாகிக் கலக்கவில்லை. ஆதலின் இது மின்முனைக் கலவை

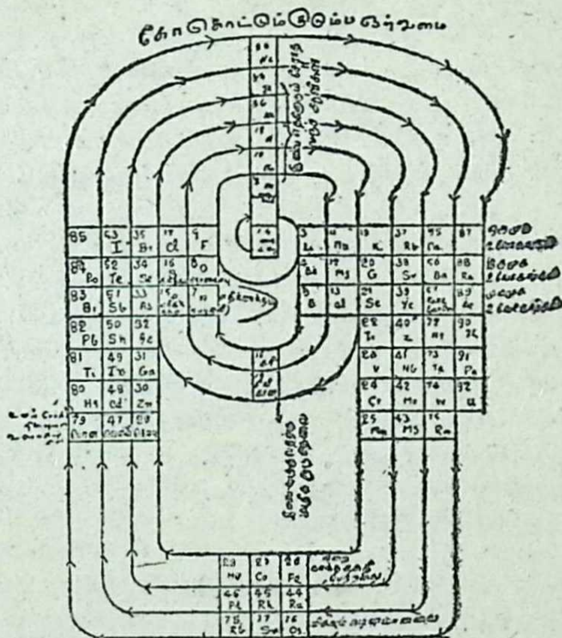
அல்ல. இரண்டு அணுவின் பொதுவான எதிர் மின்னிகள் கறுப்பாகக் காட்டப்பட்டு உள்ளன. இதுவே உடன்நிலை முகமாம்.

முனையலாக்கலவையைப் பெண்கள் சங்கம் என்றோம். உடன்வகைஅணுமுகஎண் அங்கு விளங்குவது அந்தப் படத்தில் காண்க. இவ்வாறு ஓர் அணு மற்றொரு அணுவோடு சேர்வதோ சேராததோ இங்குக் கூறிய இயல்பினைப் பொறுத்ததாம், இதனை வேதிக்காதல் (*Chemical affinity*) எனலாம். எனவே வேதிக்காதல் அணுவின் அமைப்பினைப் பொறுத்தது என விளங்குகிறது. ஒரு பொருளைப்பற்றி வேதிநூல் கூறும் இயல்புகளை எல்லாம் அணுவின் மண்டலங்களைக் கொண்டே கூறமுடியும் என்பதாயிற்று. சோடியம்போல் எதிர் மின்னியை எளிதில் இழக்கும் பொருள்கள் சோம்பேறிப் பொருள்கள் அல்ல; செயற்பாடுமிக்க பொருள்களாம் (*Chemically active elements*) ஆண்மை மிக்க வீரர்கள் என்று இவற்றைப்பற்றிப் பாடுவது உண்மையேயாகும்.

ஒரு பொருளைப்போலப் பல பொருள்கள் உலகில் இருக்கின்றன. அவற்றிற்கு அடிப்படை என்ன? அணுவின் அமைப்பே என்பதனை இந்தப்படம் விளக்குகிறது. ஒத்த பொருள்களிடையே அங்கு கோடு இட்டுக்காட்டி இருப்பதைக் காணலாம். ஏன் இவை ஒத்து இருக்கின்றன? அணு மண்டலங்களிலுள்ள எதிர் மின்னியின் அமைப்பினாலேயே இவை ஒத்துள்ளன. இதனை "வெளிப்புற ஒற்றுமை" என முன்னர்ச் சுட்டிக் காட்டினோம். அருமண்கள் (*Rare Earths*) என்பவற்றைப்பற்றியும் முன்னர்க் கூறினோம். இவற்றினுடைய ஐந்தாவது மண்டலங்களும், ஆறாவது மண்டலங்களும் ஒரேகணக்காக்

கோடு காட்டும் குடும்ப ஒற்றுமை

இதோ அணு எந்திரத்தினைப் பார்க்கலாம்.



நிரலே ஒன்பதும், இரண்டும் எதிர் மின்னிகளைக் கொண்டு விளங்கக் காண்கிறோம். நான்காவது மண்டலத்தில் தான் வேற்றுமை உண்டு. 18, 19 என்று ஒவ்வொன்றாக 32 வரை எதிர் மின்னிகள் ஏறிக்கொண்டு போவதை அங்கே காண்கிறோம். இவ்வை ஒரு குடும்பமாக அமைவதற்கு இப்போது காரணம் விளங்குகிறது. அக வட்டங்கள் நிரம்பாமல் குறைநிலையில் இருக்கும்போது நிறமுள்ள செல்விகள் பிறப்பதற்கு ஏற்ற அடிப்பொருள்

களைக் காண்கிறோம். அருமண்கள் (*Rare Earths*) க்ரோமியம் (*Chromium*), மாங்கனீஸ் (*Manganese*), செப்பு (*Copper*) என்பவை இப்படிப்பட்டவையே. கருவானது சிக்கலாக இருக்கும்போது அரைகுறையாக இருக்கின்ற மண்டலங்களில் நெருக்குண்டு திரியும் விடுதி மின்னிகளின் இடையே பெருங்குழப்பம் ஏற்படுகிறது. இதுதான் விச்சுநிலை இயக்கத்திற்கே காரணம். எதிர் மின்னிகள் இந்தக் குழப்பத்தில் விட்டோடிப் போவதும் உண்டு கருமட்டுமே நிற்கும். கருக்கள் ஒருங்கு செறிகின்றன. அப்போது அடர்த்தி நிலை மிகுவதால் எடையும் பெரிதாம். சிரியஸ் (*Sirues*) என்ற நட்சத்திரத்தின் தோழனைச் சுழலும் ஒரு வான்மீனின் அடர்த்திநிலை நீரை விடப் பல்லாயிரம் மடங்கு பெரிதாம். ஒரு கட்டி அங்குலம்(*1 Square inch*) ஒருடன் எடை இருக்கிறதாம். இதைவிட எட்டுமடங்கு அடர்த்தியுள்ள நட்சத்திரங்களும் இருக்கின்றனவாம். அணுக்கள் எதிர் மின்னிகளை இழப்பதால் கருக்கள் இடை வெளி இன்றி அவ்வளவு திணிப்புற்றுக் கிடக்கின்றன.

உப்பாக்கி

க்ளோரைன், (*Chlorine*) ப்ரோமைன் (*Bromine*), ஐயோடைன் (*Iodine*) முதலியவை க்ளோரைனைப் போன்றவை; வெளி அணுவிலிருந்து தமக்கென ஒரு எதிர் மின்னியைப் பற்றிக்கொள்பவை. இவற்றின் வெளிப்புற மண்டலத்தில் அந்த மண்டலம் நிரம்புவதற்கு ஒரே ஒரு எதிர்மின்னிதான் குறைவு. இத்தகைய அணுக்களோடு உலோகங்கள் சேரும் என்று கண்டோம். அப்படிச் சேரும்போது உப்புகள் பிறக்கின்றன. ஆதலின், க்ளோரைன் முதலியவற்றை உப்பாக்கிகள் அல்லது உப்பு

ஜனிகள் (*Halogens*) எனத் தனிக் குடும்பமாக்கி வேதி நூற் புலவர் பேசுவார். உலகத்திலுள்ள பொருள்களைக் காரப்பொருள்கள் (*alhalies*) என்றும் காடிப்பொருள்கள் (*acids*) என்றும், இவை இரண்டும் சம நிலையில் இருக்கும் உப்புப் பொருள்கள் என்றும் மூன்று பிரிவுகளாகப் பேசுவதும் உண்டு. உப்பாக்கிகளோடு சேரும் உலோகங்கள் கார உலோகங்கள் என்ற குடும்பத்தைச் சேர்ந்தவை. இன்னும் எத்தனையோ அணுக் குடும்பங்களை மேலே காட்டிய படத்தில் காணலாம்.

சாவுப்பெட்டி

ஆனால், எதிர் மின்னிகள் இங்குக் கூறிவந்ததுபோல அசையாமலா இருக்கும்? இல்லை. இயங்கிக்கொண்டே ஓடுகின்றன. ஆதலின், இங்கே பெட்டிகளைப்போல அணுவைப் பேசி வருவது அதனைச் சாவும் பெட்டியில் (*Coffin*) வைத்து அடைப்பது போலாகும். அணுவோடு அணுக்கள் கலக்கும்போது இயக்கத்திடையேயும் ஒரு மாறுநிலைமை தோன்றுவதால் இவ்வாறு பெட்டிபோலப் பேசுவதிலும் தவறொன்றும் இல்லை என்கின்றார் லாங்மூர் (*Langmuir*) என்ற பேராசிரியர். விளக்கமே பெரிதாகும்.

---

13. முகத்தின் அழகு அகத்திலே

கால் குண்டு விறகு

அணுக்களின் அமைப்பினைக் கொண்டே உலகத்தி லுள்ள பொருள்களின் வேதி இயல்புகளைமட்டுமின்றிப் பௌதிக இயல்புகளையும் விளக்கி வைக்கலாம். சில அணுக்கள் அணுக்கொத்தாக அமைவதனையும், அணுக் களில் உள்ள மின்னிகளின் அமைப்பே தெளிவாக்கு கின்றது. ஆவி நிலை, நீரி நிலை, கெட்டி நிலை என மூன்று வேறு நிலையில் பொருள்கள் இருப்பதனைப் பனிக்கட்டி யைத் தின்று, தண்ணீரில் விளையாடி, நீராவி எந்திரத் தைக் கண்டு வியக்கின்ற ஒவ்வொரு குழந்தையும் அறியும். இங்குப் பொருளால் வேற்றுமை இல்லை. பௌதிக நிலையாலேயே வேற்றுமை உண்டு. என்ன வேற்றுமை அது? சூட்டின் வேற்றுமை தான். இங்கே காற்றின் அமுக்கத்தையும் கணக்கில் எடுத்துக்கொள்ள வேண்டும். இது நாம் வாழும் உலகின் சிறப்பியல்பு. மண்ணுலகின்றி விண் உலகிலும் அத்தகைய காற்றமுக்கம் இல்லை. என்ன சிறப்பு அது? சதுர அங்குலத்திற்கு 15 இராத்தல் என ஒவ்வொரு பொருளையும் காற்று அமுக்கித் தள்ளுகிறது. கட்டை விரலின் முனையில் கால் குண்டு விறகை வைத்தாற் போலக் காற்று நம் மேல் மோதிக்கொண்டே கிடக்கிறது. நமக்குள்ளும் காற்றிருந்து அதே அமுக்கத்தில் எதிர்த்துத் தாக்குவதால் நாம் நொறுங்கிக் கூழாகாமல் பிழைத்திருக் கின்றோம். இந்த அமுக்க நிலையில் பலவகையான சூடு நிலைகள் எழுகின்றன.

சுடுநிலைக் கோபுரம்

இந்தச் சூடுநிலைகளின் திருவிளையாடலே இந்த உலகம். குறிப்பிட்டதோர் சூடு நிலையில் நம் உலகம் திகழ் கின்றது. இல்லையானால் நம் உலகம் வேறோர் உலகமாக மாறிவிட்டு இருக்கும். மிக உயர்ந்த சூட்டு நிலைக்குப் போய்ப் பார்க்கலாம். சூரியனிலுள்ள சூடு நிலையா? அதனை நாம் அனுபவித்து அறியோம். ஆதலின் நாம் அறிந்ததில் மிக்கதொன்றை எடுத்துக் கொள்வோம். 2500°C சூடு நிலையில் உலகம் முழுதும் இருக்குமானால் உலகம் என்ன ஆகும்? உலகம் இந்தச் சூடுநிலையில் இருந்தால் டங்ஸ்டன் (*Tungsten*) போன்ற சில பொருள் கள் மட்டுமே கெட்டி நிலையில் இருக்க முடியும். இந்தச் சுடு கோபுரத்தில் 1000 படிகள் கீழ் இறங்கிப் போவோம். 1500°C இருக்கும்போது உலகில் உருகிய இரும்பு என்றும் ஒழுகிய கண்ணாடி என்றும்; சிலவகை நீரிப் பொருள்கள் மட்டும் எழுதற்கு இடம் ஏற்படுகிறது, அவ்வளவே. மேலும் 1000 படி கீழ் இறங்கி 500°C வந்தால் என்ன காண்போம்? பலவகை நீரிப் பொருள்களோடு, மிகச் சில கெட்டிப்பொருள்கள் மட்டுமே இருக்க அங்கு இடமுண்டு. இந்தச் சூடு நிலையில் மாறாதிருப்பனவற்றை ஏறக்குறைய நிலையாக நிற்கும் பொருள் என்று பேசிவிடலாம்: "அகழ்வாரைத் தாங்கும் நிலம்போல" என்று கட்டாந் தரைப் பாட்டினைப் பாட முடியுமா? இதே சூடு நிலையில் உலகம் என்றும் இருக்குமானால் புழக்கம் அற்ற வெறும் பாழாகும். கீழிறங்கி வரவேண்டும். 100°C-க்குக் கீழ் இறங்கி வந்துகொண்டு இருக்கும்போது உலகில் உள்ள நீரிப் பொருள்களும் கெட்டிப் பொருள்களும் எண்ணிக் கையில் மிகுந்து கொண்டே வருகின்றன. ஏறக்குறைய நம் உலகம் போல் தான் தோன்றுகிறது.

சுடுநிலை அகழி

சுடு கோபுரத்தை விட்டுச் சுடுநிலை அகழியில் இன்னும் கீழே இறங்கிப் போனால் என்ன ஆகும்? உலகம் மாறு கிறது. 0°C கீழே போகும் போது பொருள்களின் மாரு நிலையும் (Stability) மறைந்து கொண்டே போகிறது. பல கெட்டிப் பொருள்கள் அங்கு இருக்கின்றன. ஆனால் அங்கு நீரிப் பொருள்கள் இருப்பது அருமை. முக்கால் பங்கு நீர் நிறைந்த உலகம் என்று அதனைச் சொல்ல முடியாது. இந்த அகழியில் இன்னும் 100 படி கீழே இறங்கிப் போகின்றோம். (—100°)C வருகிறது. இங்கே நீரிப் பொருள்களே அடியோடு மறைகின்றன. மேலும் 100 படிகள் கீழே இறங்கி (—200°)C வந்ததும் கெட்டிப் பொருள்கள் மிக்கு வருகின்றன. இங்கு ஒரு வியப்பு! சுடு கோபுரத்தில் மேலே 2000°C சுடு நிலையில் கண்ட தற்கு எதிர் மாருன காட்சியை இங்கே காண்கிறோம். அங்கே கெட்டிப் பொருள்கள் அருகியும் ஆவிப் பொருள் களே பல்கியும் விளங்கியதற்கு எதிர் மறையாக இங்கே (—200°)C ஆவிப் பொருள்களே அருகியும் கெட்டிப் பொருள்களே பல்கியும் விளங்கக் காண்கிறோம். சுடு கோபுரம் ஆண்டவனைப்போல மேல் எல்லை இல்லாமல் வளர்ந்துகொண்டே போகிறது, ஆனால் இந்தச் சுடு அகழியோ எல்லையின்றிப் போகக்காணோம். (—273°)C என்ற படிக்குக் கீழ் ஒன்றும் காணோம். எல்லாம் பாழ். பாழ், வெறும் பாழ். இங்கு இயக்கமே இல்லை. கெட்டிப் பொருள் கிடக்கட்டும்! நீரிப் பொருளும் இல்லை. ஆவிப் பொருளும் இல்லை.

சுட்ட பழம்

இவ்வாறு ஏறி இறங்கியதில் என்ன கண்டோம்? இங்குள்ள காற்றமுக்கத்தில் 0°C இல் இருந்து 100°C

வரையிலுள்ள சூடு நிலையில்தான் நம்முடைய உலகம் தோன்றிப் பொலிந்து வாழக்கூடும். சூடு என்பதென்ன? அணுக்களின் இயக்கம். இயக்கத்தின் மிகுதியால் சூடு மிகுதியாகும். எனவே இந்த அணுக்கள் குறிப்பிட்டதோர் வேகத்தில் இயங்கினுல்தான் நம்முடைய உலகம். 0^oC-இல் இருந்து 100^oC-க்குள் சுட்டதோர் பழமாகப் பழுத்து இனித்துத்தோன்றும். இதன் பயனுகப் பலவகையான ஆவிப் பொருள்களும் நீரிப் பொருள்களும் கெட்டிப் பொருள்களும் தனித்தனியாகவும், சேர்வையாகவும், கலவையாகவும், பல பல வகையில் இருப்பதற்கு இடம் ஏற்படுகிறது. இந்த உலகின் பெருமையும் அழகும் செல்வமும் இந்த நிலையில்தான் வெள்ளமிடுகின்றன. பலபல நிறங்களும், பலபல ஒலிகளும், பலபல வடிவங்களும், பலபல சுவைகளும், பலபல மணங்களும், பலபல உணர்ச்சிகளும் இவைபோன்ற பலபல திறங்களும் இங்கன்றே சிறப்புற்று விளங்குகின்றன?

அணுவிற்கு ஏற்ற அழகு

அணுக் கொத்துக்களின் அமைப்பிற்கு ஏற்பப் பொருள்களின் பலவகை இயல்புகளும் மாறி வருகின்றன. அந்த அணுத்திரளைகள் மென்மையாகப் பரவி அமைவதனை மயிரிழை, கோழை, கஞ்சி முதலிய பொருள்களின் அமைப்பில் காண்கிறோம். இவை இறுகி, நெருங்கிச் செறிந்து எடைமிக்கு விளங்குவதனை உலோகங்களின் அமைப்பில் காண்கிறோம். எனவே கனம், அடர்த்திநிலை, முதலிய இயல்புகள் அணுத்திரளையின் அமைப்பு காரணமாக வேறுபடுவது நன்கு விளங்குகிறது. என்ன வேற்றுமை!

மணி ஒளி

அணுக்கள் இயங்கிக்கொண்டே கிடக்கின்றன. அவை பலபல வடிவில் அமைந்திருப்பதால், பலவேறு வகையாக அசைவுறுகின்றன. அங்கே அவற்றின் அலைகளும் பல வகையாக எழுகின்றன. அங்கே மணிகளின் நினைவு வருகின்றது கோயில் மணிகளும் பிற மணிகளும் ஒலிக்கின்றன. ஆனால் ஓர் ஒலிபோல் மற்றோர் ஒலி இல்லை. பலபல வடிவம், பலபல அளவு, குமிழிபோன்றவை சில, கிண்ணம்போன்றவை சில, தாமரை மொட்டுப்போன்றவை சில, மலர்ந்த தாமரை பூப்போன்றவை சில, கோபுரம் போன்ற மணிகள் சில, சிறு குழந்தைகள் காலில்கட்டும் சதங்கைகள் சில — இந்த வேற்றுமையின் பயனாக ஒலி அலை வேறு வேறாக எழக்காண்கிறோம். அதேபோல அணுக்கொத்தாம் மணியும் பலபல வடிவில் பலபல அளவில் அமைவதால் இவற்றின் அலைகளும் பல வேறு வகையாக எழுகின்றன.

சில ஒளி அலைகள் பாயும்போது அணுக்கள் அலையத் தொடங்குகின்றன; பலபல வகையாக அலையத் தொடங்குகின்றன. இவ்வாறு அலைகின்ற அலையை ஒருசில அணுக்கள் ஒருசிறிதும் மாற்றாது அடுத்துள்ள அணுவில்கொண்டு செலுத்திவிட்டுத் தம்மிடத்திலேயே நின்றுவிடுகின்றன. இத்தகைய அணு அமைப்பால் எழுந்த பொருள்கள் எவை? ஒளியை ஊடுருவவிடுகிற தெள்ளிய கண்ணாடி போன்ற பொருள்கள் எல்லாம் இத்தகைய அணு அமைப்பால் எழுந்தவையே. இவற்றின் அடியேவைத்த பொருள்கள் மேலே நன்றாகத் தெரியும். வேறுசில அமைப்புகளோ ஒருவகையான ஒளி அலைகளைக் கண்டால் மட்டுமே இயங்கும். சில அணு அமைப்புகள் செந்நிறஒளியைமட்டும்

உள்ளேவிடும். இதனுல் பிற ஒளிகளைத் தடுத்துவிடுவது போல் தோன்றும். இதுகாரணமாக இவற்றைச் செந்நிறப் பொருள்கள் என உலகம் வழங்கி வருகிறது. இப்படியே மற்றைய நிறப் பொருள்களும் தத்தமக்கு ஏற்ற நிற அலைகளைமட்டும் உள்ளேவிடுகிற அணு அமைப்புக்களைப் பெற்றவை எனலாம். க்ரோமியம் (*Chromium*) என்ற உலோகத்தின் பெயருக்குப் பொருள் நிறத்தான். பளபள என ஒளிரும் பொருள் அன்றே இது? இது நிறமுள்ள செல்விகள்கொண்டு திகழ்வதனை முன்னரே கண்டோம். அவுரிநீலம் (*Indigo*) முதலியனவும் இப்படியே ஒருசில ஒளிகளை மட்டும் தமக்குள்ளே ஊடுருவ விடுவனவாகும். நீலம், பச்சை, கெம்பு முதலியன நவமணிகளின் அழகிய ஒளிகளைப்பற்றிச் சொல்லவும் வேண்டுமா?

காந்தத் திருமூர்த்திகள்

எதிர் மின்னிகளின் இயக்கம்கொண்டே பொருள்களின் காந்த இயல்பினையும் விளக்கிவைத்தல் கூடும். சில பொருள்களைக் காந்தப் பொருள்கள் என்கிறோம். இந்தப் பொருள்களைக் காந்தசக்தி உடையனவாகச் செய்து விடலாம் அதாவது இவற்றைக் காந்தமாகவே ஆக்கி விடலாம். பின்னர் இவை இயற்கையில் விளங்கும் காந்த நியதிக்கு ஏற்ப இவை கவரத்தலைப்படும். எல்லாப் பொருள்களும் காந்தப் பொருள்களே எனக் கூறுவதும் உண்டு. அப்போது மூன்று வேறுநிலையிற் பொருள்கள் விளங்கக் காண்கிறோம். நிறை காந்தங்கள் என்பவை முதல்வகையாம். இவற்றை ஆங்கிலத்தில் *Ferro magnets* என்பர். இவையே அயகாந்தங்கள், இவை மிகமிக உரமாகக் காந்தசக்தி பெறுபவை. இரண்டாவது வகை குறை

காந்தம் என வழங்கப்பெறும். இவற்றை ஆங்கிலத்தில் *Para magnets* என்பர். இத்தகைய காந்தங்கள் மிகமிகக் குறைவாகக் காந்தசக்தி பெறுபவையாம். மூன்ருவது வகை இவற்றிற்கு முழுதும் எதிர்நிலையானவை. ஆதலின் எதிர்காந்தம் என வழங்கலாம். அதனை ஆங்கிலத்தில் *Dia magnets* என்பர்.

மும்மூர்த்திகளின் முக்கோலம்

காந்தத்தைச்சுற்றி காந்தமண்டலம் எழுக்காண்கிருேம். காந்தத்தின்மீது காகிதத்தை வைத்து இரும்புப் பொடி காகிதத்தைத் தூவி தட்டுகிருேம். என்ன ஆகிறது. இவை இயங்கத் தொடங்குகின்றன. ஏன் காந்த மண்டலத்தில் காந்த சக்தி அவ்வாறு பரந்து நின்று அவற்றை வலித்து இழுக்கின்றது. இரும்புப்பொடி போகின்ற போக்கினைப் பார்த்தாலேயே அதுதான் காந்த சக்தியின் போக்கு என்பது விளங்கும். பின்னர் இந்தப்பொடிகள் ஒருவடிவில் அமைதியாகத் தங்கி விடுகின்றன. இந்த அமைப்பே காந்த சக்தி பரவிஇருக்கும் மண்டலத்தினைக் கட்புலனுகக் காட்டுகின்றது. இதனுள்ளே காந்தசக்தியின் போக்கினைத் துள்ளி ஓடிய இரும்புத் தூள்கள் காட்டுகின்றன. நிறை காந்தப் பொருள் குறைகாந்தப் பொருள் என்று கூறிய இரண்டு வகைகளும் இரும்புப் பொடிபோல் காந்த சக்தியின் போக்கோடு ஒத்து நேர்முகமாகச் செல்லுகின்றன. நிறைகாந்தம் அடர்ந்து பரவும். குறைகாந்தம் நெகிழ்ந்து பரவும். எதிர்காந்தப் பொருள்களோ காந்த மண்டலத்தின் போக்குக்குக் குறுக்காக செங்கோண வாட்டத்தில் செல்லுகின்றன.

காந்த அணு.

காந்த சக்தி எழுவது எப்படி? ஒவ்வொரு காந்தப் பொருளும் முடிவில் காந்தஅணு காந்தஅணுவாகப் பிரியும். ஆதலின் காந்த சக்தி உண்டு என்று ஒரு சிலர் விளக்கு கின்றனர். காந்தப்பொருளை இரண்டு துண்டாக்க நடுவே வெட்டுகிறோம். ஒவ்வொரு துண்டையும் மறுபடியும் நடுவே வெட்டுகிறோம்; என்ன ஆகிறது? முதலில் இருந்த ஒரு காந்தம் இரண்டு காந்தம் ஆகிறது. பிறகு இரண்டு காந்தங்களும் நான்கு காந்தங்கள் ஆகின்றன. இவ்வாறு ஒவ்வொரு துண்டும் அணு அணுவாக ஆகும்வரையும் வெட்டிக்கொண்டே போவோம். என்ன ஆகிறது? ஒவ் வொரு துண்டிலும் எதிர்முனையும் நேர்முனையும் உண்டு. தென்முனை வடமுனை என்று வழங்குவர். தென்முனை வடமுனையைக் கவரும்; தென்முனையை வெறுத்துத் தள்ளும் வடமுனை தென்முனையைக்கவரும்; வடமுனையை வெறுத்துத் தள்ளும், இதுவே காந்தத்தின் முனைகளைப் பற்றிய பொதுவிதி, ஒவ்வொருதுண்டும் எவ்வளவு வெட்டி னாலும் இப்படி விளங்குவதால் அணுவும் இப்படியே தென்முனை, வடமுனைகொண்ட காந்தமாக விளங்கும்என எண்ணுகிறோம். அணுவானது காந்தசக்திபெற்று விளங்கு வதினாலே அணுவாலாகிய பொருள்களும் காந்தப்பொருள் களாக அமைய வேண்டுமன்றோ? ஆனால் காந்தஅணு காந்தசக்திபெற்று விளங்குவது ஏன்? இந்தக் கேள்வி பழையபடி நம் எதிரேவந்து நிற்கின்றது.

சிக்கல்

அணுக்களில் எதிர்மின்னிகள் சுழன்று ஓடுகின்றன எனப் பேசுகின்றோம். எதிர்மின்னி ஓடுகின்றது என்றால்

என்ன? மின்ஓட்டம் பாய்கிறது என்பதே பொருளாம். வட்டமாக ஓடும் மின்னேட்டத்திற்கு நடுவே வைத்த இரும்பு காந்தசக்தி பெறுவதனை நம்மாணவர்கள் செய்து பார்க்கின்றனர். இதனை மனத்தில் வைத்துக்கொண்டு அணுவைக்கவனிக்கவேண்டும். எதிர் மின்னிகள் வட்டமாக ஓடி மின்னேட்டம் பாய்ச்சும்போது அவற்றின் நடுவே யுள்ள அணுப்பகுதியிலும் காந்தசக்தி எழும் அன்றே? எதிர் மின்னியின் எண்ணிக்கை மிகுதியாக மிகுதியாக அணுவின் காந்தசக்தியும் மிகுதியாகும். அணுஎண் மிக்குவர மிக்குவர, சுற்றிவரும் எதிர் மின்னிகளின் எண்ணிக்கையும் மிக்குவருதல்வேண்டும், காந்தசக்தியும் மிக்குவருதல் வேண்டும். ஆனல் அணுஎண் மிக்கஉயர்நிலை அணுக்களில் காந்தசக்தி மிக்கு இருக்கக் காணேம். ஆராய்ந்து பார்க்கும்போது அணு எண்ணுக்கும் காந்தத்திற்கும் ஒரு தொடர்புமே தோன்றவில்லை. இதுதான் இங்கு எழும் சிக்கல். இதனைத் தீர்ப்பது எப்படி?

காந்த அவதாரம்

தேன் கூண்டில் தேனீக்கள் பலமுகமாகப் பறந்து சுழல்வது போல அணுவிலும் மின்னிகள் பலமுகமாகச் சுழல்கின்றன. குறித்ததொரு முகமாகச் சுழல்கின்ற எதிர்மின்னிகளின் போக்கு அதற்கு எதிர்முகமாகச் சுழலும் எதிர்மின்னிகளின் போக்கினல் சிதைவுற்று அழியும். அங்கெல்லாம் காந்தம் ஒருசிறிதும் எழாமலேபோகும், காந்தம் எழவேண்டுமானல் எதிர்மின்னிகள் சுழலுவதுமட்டும் போதாது. அவற்றின் பலவகைச் சுழற்சிகள் ஒன்றினை ஒன்று கெடுக்காமல் ஒன்றற்கொன்று துணைசெய்தால் மட்டுமே காந்தசக்தி நிறைகாந்தப் பொருள்களிடையே இத்தகைய நிலையில் எதிர்மின்னிகள் சிறந்து நிற்கின்றன.

அதனுலேயே அங்கு காந்தசக்தி நிறைந்து கிடக்கின்றது. குறை காந்தப் பொருள்களில் இவ்வாறு இல்லை. எதிர் மின்னிகள் சுழலும்சுழற்சிகள் ஒன்றற்கொன்று சிலபோது மாறியே கிடக்கின்றன, என்ருலும் அடியோடு ஒன்றினை ஒன்று அழித்துவிடுமாறு எதிர்மின்னிகளின் சுழற்சிகள் முழுவதும் முரண்படுவதில்லை. ஆதலால் சிறிது அளவு காந்தம் எழுவதற்கு இங்கு இடம் உண்டு. எதிர்காந்தப் பொருள்களிலோ எதிர்மின்னிகளின் சுழற்சிகள் ஒன்றனை ஒன்று அடியோடு அழித்துவிடுகின்றன. அதோடு காந்த சக்தி பாயும் போக்கிற்கு எதிரான நிலையில் எதிர் மின்னிகள் சுழலவும் செய்கின்றன. இதனுலேயே இந்தப் பொருள்கள் காந்த மண்டலத்திற்குச் செங்கோண வாட்டத்தில் அமைந்து கிடக்கின்றன.

---

14. குட்டிக்கரணம்

ஓயா மண்டலம்

கருவினைச் சுற்றி எதிர் மின்னிகள் சுழல்கின்றன அன்றோ? அவ்வாறு சுழலும்போது எந்தப் பொருளும் ஆற்றலை இழப்பதே இயல்பாகும்! சுற்றும் பொருள் ஆற்றலை இழந்தால் என்ன ஆகும்? ஓய்ந்து விழ வேண்டியதுதான். "குந்தினையா குரங்கே சந்தடி அடங்க" என்பதன்றோ பழமொழி!

ஆற்றல் இழந்த பின் சுழல மாட்டாது ஓய்ந்த எதிர் மின்னியும் நேர் இயல் மின்னியிலேபோய் விழ வேண்டி அன்றோ விழும். பையன் சுற்றி ஓடிக்கொண்டே இருக்கின்றான். புறமுக ஆற்றலால் உள்முகமாக விழாது ஓடினாலும், ஓடுவதன் பயனாக ஆற்றலை இழந்து கொண்டே வருகின்றான். ஓய்ந்து பின் ஓட முடியாது நிற்கின்றான். அதுபோல எதிர்மின்னியும் ஆற்றலைக் கதிராக வீசி ஓய்ந்து அவிதல் வேண்டும். ஆனால், நாம் என்ன காண்கிறோம்? முன்னர் குறித்த மண்டலங்களில் எதிர் மின்னி சுற்றி வரும்போது ஒரு கதிரையும் வீசி வரக்காணோம். இவ்வாறு கதிர் வீசாத நிலைகளை எதிர் மின்னி சுழலுகிற நிலையான மண்டலங்கள் என வழங்கலாம். இங்குத்தான் எதிர் மின்னி மாறாக நிலைமையில் (Stationary State) இருக்கின்றது.

பழைய இடத்தில் புதியகதை

நிறமாலை ஆராய்ச்சியின் பயனுக இந்த மண்டலங்களிலுள்ள ஆற்றலின் அளவு தனித்தனி இவ்வளவு இவ்வளவு என நன்கு விளங்கியுள்ளது. இந்த நிலை மண்டலத்தைப்பற்றி ஒன்று கூறலாம். கருவினுக்கு எவ்வளவு அருகில் இருக்கமுடியுமோ அவ்வளவு அருகிலேதான் இது இருக்கின்றது. மாருத நிலையில் உள்ள எதிர் மின்னி, மாறும் நிலைக்கும் வரும். தன் மண்டலத்திலேயே போவதை விட்டு மற்ருெரு மண்டலத்திற்குள் ஏறிக் குதிக்கும்; பின் கீழே இறங்கும். அப்போது கதிரை வீசும்.

இத்தகைய கதிர் வீச்சுக்களை ஒளிர் வரி நிலை மாலையாக நூறு ஆண்டுகளாகப் படம் பிடித்து அறிஞர்கள் ஆராய்ந்து வருகிருர்கள், கதிர் வீசுவது என்ருல் ஆற்றலை வீசுவதுதானே. எனவே ஆற்றல் அளவில்மாறும் என்பதாயிற்று. எதிர் மின்னிகளின் ஆற்றல் எவ்வளவு எவ்வளவு அளவில் மாறிவரும் என்பதனை அறிஞர்கள் பிடித்த படங்கள் விளக்கி வைக்கின்றன.

"மேலே போ! கீழே வா!"

நகரத்தில் இருக்கும் பூங்காவனங்களுக்குத் தெரு வழியாகப் போகலாமே அன்றி, தெரு வழியே இருக்கும் புல் தரையில் வண்டி ஓட்டிப்போகக்கூடாது. இது சட்டம். இதுபோல அணு உலகிலும் சட்டம் இருக்கின்றதுபோலும். எதிர் மின்னிகள் நிலையான மண்டலங்கள் வழியாகப் போகலாமே அன்றி இடையிலுள்ள வெட்ட வெளியில் (*Forbidden Orbits*) செல்லலாகாது. ஆற்றல் அணு

அணுவாகத் தவளை குதிப்பதுபோல் விட்டு விட்டு ஓடுகிற இயல்பினை இந்தச் சட்டம் விளக்குகின்றது. உள்ளிருக்கும் நிலைமண்டலத்தின் ஆற்றல் [அ] என்ற அளவு என வைத்துக் கொள்ளலாம். அதற்குப் புறத்தே உயர இருக்கும் நிலை மண்டலத்தின் ஆற்றல் [இ] என்ற அளவாம். முதல் மண்டலத்திலிருந்து உயர இருக்கும் மண்டலத்திற்குள் எதிர்மின்னியைத் தள்ளப் புதிய ஆற்றல் வேண்டும் அன்றோ? எவ்வளவு ஆற்றல் வேண்டும்? 6 குதிரை ஓட்டம் ஓடுகிற எந்திரம், 8 குதிரை ஓட்டம் ஓட இன்னும் எவ்வளவு புதிய ஆற்றல் வேண்டும் என்பது போன்ற கேள்வியே இது. சிறுவனும் 8-ல் இருந்து 6-ஐக் கழித்து 2 எந்திர ஓட்டம் என்று தன் கணக்கறிவை, எளிதில் வெளிப்படுத்தி விடுவான். [இ]இல் இருந்து [அ] என்பதனைக் கழித்தால் எவ்வளவு வருமோ அவ்வளவு ஆற்றல் எதிர்மின்னிக்குப் புதிதாக வேண்டும். அப்போது தான் எதிர்மின்னி மேலே ஏறமுடியும்.

ஆனால் மேலேவீசிய கல், இருந்த இடத்திற்கே திரும்பி வரும் அன்றோ? அதே போல உயர உந்தப்பெற்ற எதிர்மின்னி, திரும்பிப் பழைய இடத்திற்கே வந்துசேரும். அப்படிச் சேரும்போது பெற்ற ஆற்றலைக் கக்கவேண்டும் அன்றோ? அப்படித்தான் செய்கிறது. கதிர் வீச்சாக வீசி எறிகிறது. எனவே எதிர் மின்னி ஆற்றலைப் பெற்று மேலே ஏறுகிறது. ஆற்றலைக் கதிராக வீசிக் கீழே இறங்குகிறது என்பதாயிற்று.

தவளைக் கணக்கு

ஆற்றலோ ஆற்றொழுக்காக ஓடுகின்றதில்லை. அணு அணுவாக விட்டு விட்டுக் கிடக்கின்றது. ஆதலின் அதன்

ஓட்டம் தவளை குதிப்பதுபோலத் தோன்றுகிறது. ஆற்றல் மாற்றங்களை நிறமாலைப் படங்கள் காட்டுகின்றன என்றோம், அந்த மாற்றங்களும் ஆற்றலணு, ஆற்றலணு வாகவே எழுகின்றதை அங்குக் காண்கின்றோம். இங்கே அறிஞர்கள் ஆற்றல் கணக்கை எழுதுகின்ற வகையைச் சிறிது அறிந்து கொள்ளுதல் வேண்டும்.

'பிளாங்க்' (*Planck*) என்ற பேராசிரியர் இங்கு ஒரு மாறு எண்ணினைக் கண்டார் அன்றோ? அதனை $\underline{h}$ என்று எழுதுவது வழக்கம், கதிர் வீச்சு ஆற்றல் என்றால் அலை தானே! அலையைப் பற்றி ஆராயும்போது விநாடிக்கு இத்தனை முறை அலைகின்றது என்று அளந்து கணக்கிட வேண்டும். இதனை அலையின் அதிர்ச்சி எண் (*Frequency*) என்று வழங்குகின்றார்கள். இதனை $\underline{\nu}$ 'நியூ' என எழுதிக் காட்டுவதே வழக்கம். பிளாங்க் எண்ணினை அதிர்ச்சி எண்ணால் பெருக்கினால் வரும் தொகையே ஆற்றலணு (*Quantum*) என முன்கூறியதை நினைவில் வைத்துக் கொள்ள வேண்டும். $E = h\nu$. இரண்டு மண்டலங்களின் ஆற்றலையும் அறிந்தவுடன் அவற்றின் வேற்றுமையைக் கழித்தல் கணக்குவழியே காண்பது எளிது. இவ்வளவு ஆற்றல் மாற்றந்தான் எதிர் மின்னி இடையே எழும். இது தானே கதிர் வீச்சாக வரக்கூடும், எத்தகைய கதிர் வீச்சு என்று எப்படி அறிவது?

முன்கூறியபடி கதிர் வீச்சும் அலையாதலின் அதன் சிறப்பியல்பு அதன் அதிர்ச்சி எண்ணேயாம், இந்த அதிர்ச்சி எண்ணை எப்படி அறிவது? கழித்தல் கணக்கில் நாம் ஆற்றல் வேற்றுமையைக் கண்டுபிடித்தோமன்றோ. அதனை h (6,5 x 10-27) என்பதனால் வகுக்கவேண்டும்.

வருத்தவுடன் வரும் ஈவே கதிர்வீச்சின் சிறப்பு இயல்பாம் அதிர்ச்சி என்னுகும்.

மோதல் கணக்கு

கதிர் வீச்சு எழுகின்ற ஒளிகளின் நிறமாலைகளைக் கொண்டு இந்த மண்டலங்களில் விளங்கும் ஆற்றல்களை இவ்வளவு என அறுதியிட்டுக் கூறிவிடலாம். ஒரு பையன் அசையாது நிற்கின்றான். அருகில் நிற்கின்ற பையனை மோதித் தள்ளுகிறான். இதே பையன் ஒரு மைல் வேகத்தில் ஓடி வந்து அடுத்த பையன்மேல் மோதுகிறான். இரண்டு மைல் வேகத்தில் வந்து மோதுகிறான். ஒரே பையன்தான் மோதினாலும் மோதப்பாடு அவனுடைய வேகத்திற்கு ஏற்ப மாறிக்கொண்டே வருகின்றதன்றோ!

எதிர் மின்னிகளும் இவ்வாறு மோதுகின்றன. ஆதலின் இந்த மோதல் கணக்கை அளந்து அறியவேண்டும் ஒரு பொருளினை ஒரு வீசை இரண்டு வீசை என்று எடை போடுகிறோம். இங்கு இதனை அளக்கிறோம். அதன் பொருண்மையை (*Mass*) அளக்கின்றோம் இந்தப் பொருண்மையோடு வேகத்தையும் அறிந்தால்தான் மோதல் கணக்கு விளங்கும். பொருண்மையையும் வேகத்தினையும் பெருக்கி வரும் தொகையை ($M = \underline{mv}$) விஞ்ஞானிகள் ஊற்ற நிலை (*Momentum-M*) என வழங்கி வருகிறது.

இதனை அறிந்தால்தான் மோதப்பாட்டின் வேற்றுமை எல்லாம் தெரியும். முட்டிய பொருள் எவ்வளவு வேகத்தில் விழும் என்று தெரியும். முட்டப்பட்ட பொருள் எவ்வாறெல்லாம் ஆகும் என்றும் கூற முடியும்.

ஆனல் ஒன்று, நேர்கோடாக ஓடும்போது மட்டும் தான் இந்தக் கணக்குச் சரியாகவரும், வட்டமாகச் சுழலும் போது வேறு பல சிக்கல்கள் வருகின்றன. இது ஒரு கோணக் கணக்கு. அங்கு எழுகின்ற ஊற்ற நிலையையும் கோண ஊற்ற நிலை (*Angular Momentum*) என்கிருர்கள். எதிர் மின்னி வட்டமாகச் சுழல்வதால் அதன் கணக்கும் கோணக் கணக்கேயாம். இதனைக் கணக்கிடவும் ஓர் எளிய வழி உண்டு. வட்டம் என்ருல் அதன் சிறப்பியல்பு அதனுடைய ஆரை தானே. (*Radius*) இந்த ஆரையால் முன்கூறிய நேர் ஊற்ற நிலையை (mv)வகுத்து வரும் தொகையே கோண ஊற்றமாம்.

கோண ஆற்றல்

எதிர் மின்னிகள், குறித்த ஓர் ஆற்றல் உள்ள குறித்ததோர் மண்டலத்தில் சுழன்று வருவன. ஆகலின் இவற்றின் கோண ஊற்றமும் குறித்ததோர் நிலையில் இருத்தல் வேண்டும். எந்த அளவில் அது இருத்தல் வேண்டும்? நிறமாலை ஆராய்ச்சி இதனை நன்கு விளக்குகின்றது.

இங்கு ஒரு அளவு தனியனுக (*Unit*) வருகின்றது, $\frac{h}{2\pi}$ என்பதே அத்தனியன். எதிர் மின்னியின் கோண ஊற்றம் ஒரு தனியன், இரண்டு தனியன், மூன்று தனியன் என்று $\left\{\frac{h}{2\pi}, \frac{2h}{2\pi}, \frac{3h}{2\pi}, etc\right\}$ வளர்ந்து வருவதாகவே காண்கிருேம். இவ்வாறு பின்னமில்லாமல் முழுது முழுதாக அமைதல் வேண்டும் என்பது தெரிகிறது. $E=h\nu$ என்று கூறினேம்.

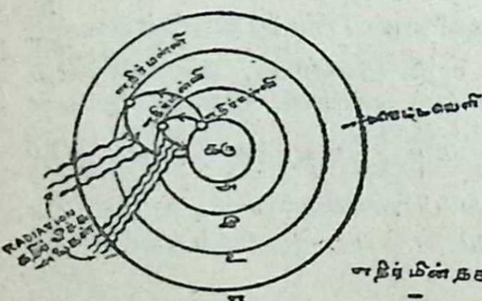
ஆதலின் கோண ஆற்றலை h என்பதனல் வகுத்தும், கதிர் வீச்சின் அதிர்ச்சி எண் ν எளிதில் விளங்கிவிடும் அன்ருே?

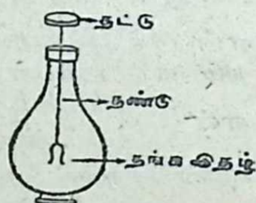
---

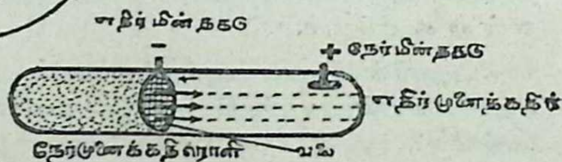
15. தேன் கூண்டு

நிலை மண்டலங்கள்

ஓர் அணுவை உற்று நோக்கிக் காணுதல் வேண்டும். ஹைட்ரஜன் அணுவே அடிப்படை எனக் கண்டோமாதலின் அதனை ஆராய்வதே நல்லது. ஹைட்ரஜன் அணுவின் கரு உள்ளே கிடக்கின்றது. இந்தக் கருவைச் சுற்றி அ, இ, உ, எ என நான்கு மண்டலங்கள் இருப்பதனைக் கீழேயுள்ள படத்தில் காணலாம். இவை தான் நாம் முன் கூறிவந்த நிலை மண்டலங்கள்.







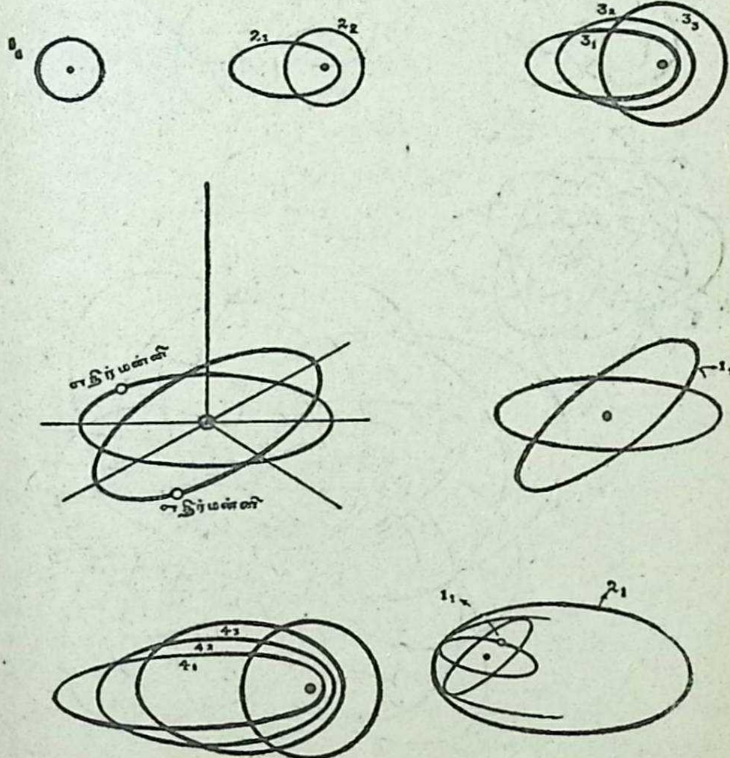
இவற்றில் ஏதேனும் ஒன்றில்தான் எதிர்மின்னி சுற்றி வருதல் கூடும். ஆற்றலை வீசி எறியாது. எதிர்மின்னி தன் இயல்பில் தானே நிலை நின்று சுழலும் என்று கூறியது இந்த இடத்தில் சுழலுவதைத்தான். உள்ளுக்குள்ளாக உள்ள 'அ' என்ற முதல் வட்டத்தில் சுழலும் போது எதிர் மின்னியின் கோண ஊற்று நிலை (*anoular momentum*) ஒரு தனியனும். (*Qnantum*). $\left(1x\frac{h}{2\pi}\right)$ 'இ' என்ற இரண்டாம் வட்டத்தில் சுழலும்போது $\left(2x\frac{h}{2\pi}\right)$ அல்லது இரண்டு தனியனும். 'உ' என்ற மூன்றும் வட்டத்தில் இது மூன்று தனியனும். $\left(3x\frac{3}{h\pi}\right.$ 'அ' என்ற முதல் மண்டலத்தில் எதிர்மின்னி இருந்தால் அது முதல் நிலை. ஆற்றல் மண்டலத்தில் (*First stationary energy state*) இருக்கிறது என வழங்குவர். 'இ' என்ற இரண்டாம் மண்டலத்தில் இருந்தால் இரண்டாம் நிலை ஆற்றல் மண்டலத்தில் இருக்கிறது. இவ்வாறே பிறநிலையாற்றல் மண்டலங்களையும் கண்டு கொள்க. இந்த வட்டங்களிலன்றி இடையேயுள்ள வெட்ட வெளியில் எதிர்மின்னி சுழலாது. ஆனல் ஒரு வட்டத்திலிருந்து மற்றொரு வட்டத்திற்குள் தவளை போலக் குதிக்கும். வெளி வட்டத்திலிருந்து உள் வட்டத்திற்குக் குதிக்கும்போது இரண்டு வட்டங்களின் ஆற்றலுக்கு இடையேயுள்ள வேற்றுமையைக் கதிர் வீச்சாக வீசி இழக்கும். அவ்வாறு வீசப்பெறும் ஆற்றலை அளந்து பார்த்தால் முழு முழு ஆற்றலணுவாக இருக்கின்றதேயன்றிப் பின்னக் கணக்கில் வரக்காணேம்.

கடன்பட்ட நெஞ்சம்

அணுவானது ஆற்றலை உட்கொள்ளும் போதும் ஆற்றலணு, ஆற்றலணுவாகவே (*Quanta*) உட்கொள்ளு கிறது. இந்த ஆற்றலணு என்ற சத்தியின் அளவோ மேலே கூறியபடி மண்டலங்களின் ஆற்றல்களுக்கு இடையே காணப்படும் வேற்றுமையேயாம், ஆற்றலை உட்கொண்டதும் அணுவானது விம்முகின்றது போலாம். 'அ' என்ற மண்டலத்திலுள்ள எதிர்மின்னி 'இ' என்ற மண்டலத்தினுள் குதிக்கலாம். அல்லது 'உ' என்ற மண்டலத்தினுள் குதிக்கலாம். அதற்கு உரியதன்று. புறத்திலிருந்து கடன் வாங்கிய ஆற்றல் கொண்டே எதிர் மின்னி குதிக்கிறது. ஆனால் இந்த ஆற்றலைத் திருப்பிக் கொடுத்தே தீர்க்கும். வாங்கிய கடனைத் திருப்பிக் கொடாத மானமற்றக் கூட்டத்தைச் சேர்ந்தது அன்று எதிர்மின்னி. ஆகையால் 'இ' அல்லது 'உ' என்ற மண்டலத்திற்குச் சென்ற எதிர்மின்னி முன்னர் தான் இருந்த 'அ' என்ற மண்டலத்திற்கே திரும்பிச்சேரும். அவ்வாறு சேரும்போது முன் பெற்ற ஆற்றலைத்திருப்பிக் கொடுத்தே தீரும். அந்த ஆற்றலைக் கதிர் வீசாக வீச்சி எறியும். கீழேயுள்ள படத்தில் கதிர் வீச்சினை வளைவு வளைவான அலைக்கோடுகளாகக்காட்டி இருக்கக்காணலாம். இந்த ஆற்றலையும் hr எனக்கணக்கிடலாம். 'அ' என்பதி லிருந்து 'இ' என்பதனுக்குப் போன போதைவிட 'உ' என்பதனுக்குப் போன போது பெற்ற ஆற்றல் பெரிது. இது இனித் திரும்பும் போது கதிர் வீச்சாக வீசி எறியும் ஆற்றலும் பெரிது. இந்த ஆற்றல் பெரிதாதலின் இதனை h என்ற நிலையான எண்ணால் வகுத்து வரும், அதிர்ச்சி எண்ணும் பெரிதாகும். ஒரு விநாடியில் வீசும் அலையின்

எதிர்மின்னிகளின் வட்டம்

வட்டம் முழுதும் விரிந்த வடிவம். இது அடியோடு குவிந்தால் நேர்கோடு ஆகும். இந்த இரண்டு எல்லைகளுக்கும் இடையே முட்டை வட்டம் முதலியவற்றை வட்டத்தின் வடிவ மலர்ச்சி நிலைகளாகக் கொள்ளலாம். ஆதலின் இங்கு வரும் பல வடிவங்களும் அதற்கு ஏற்றனவேயாம்.



எண்ணிக்கை இவ்வாறு பெருகப் பெருக அலையின் அளவு குறையும் அன்றே. இங்கும் அப்படித்தான் குறைந்து வரக் காண்கிறோம். ஹைட்ரஜன் என்ற அணுவினைப் பொருத்த மட்டில் 'அ' என்ற மண்டலத்தின் குறுக்களவு ($\frac{1}{100000000}$) செ. மீ, அதாவது ஒரு சென்டி மீடரில் பத்து கோடியில் ஒரு பங்கு. 'இ' என்பதன் குறுக்களவு இதனைவிட நான்கு மடங்காம். 'உ' என்ற மண்டலத்தின் குறுக்களவு ஒன்பது மடங்காம். 'எ' என்ற நான்காவது மண்டலத்தில் குறுக்களவு பதினாறுமடங்காம். இவை 1^2, 2^2, 3^2, 4^2 என வருதல் இங்கு குறிப்பிடத் தக்கது.

முட்டைக் கணக்கு (*Quantum Number*)

ஆற்றலணு என வழங்கும் கொள்கையைக் கண்டோம். இந்த ஆற்றலணுவின் எண் ஒன்றானால் அந்த ஆற்றல் விளங்கும் வட்டத்திலுள்ள எதிர்மின்னி இரண்டாகும். ஆற்றலணு எண் இரண்டானால் அந்த ஆற்றல் விளங்கும் வட்டத்திலுள்ள எதிர்மின்னி எட்டாகும். ஆற்றலணு எண் மூன்றானால் அந்த ஆற்றல் விளங்கும் வட்டத்திலுள்ள எதிர்மின்னி பதினெட்டாம். ஆற்றலணு எண் நான்கானால் அந்த ஆற்றல் விளங்கும் வட்டத்திலுள்ள எதிர்மின்னி முப்பத்திரண்டாகும். இவ்வாறு மண்டலத்தின் ஆற்றல் எண்ணுக்கும் அந்த மண்டலத்தில் ஓடும் எதிர்மின்னிகளுக்கும் ஒரு தொடர்பினைக் காண்கிறோம். எண்ணின் மடக்கினை இரண்டால் பெருக்கினால் எதிர் மின்னிகள் எத்தனை என அறியலாம் ($2n^2$). இதில் n என்பது ஆற்றல் அணு எண். இந்தக் கணக்கில் இருந்து 2, 8, 8, 18, 8, 32, 32 எதிர் மின்னிகள் கொண்ட வட்டங்களை முறையே *K, L, M, N, O, P*.

மண்டலங்கள் என அறிஞர்கள் பெயரிட்டு உள்ளார்கள். இந்தக் கணக்கில் நாம் இப்போது புக வேண்டுவதில்லை. முதலில் இந்த மண்டலங்களை வட்டம் எனக் கருதினர். நிறமாலை ஆராய்ச்சியில் ஒரு புதுமை தோன்றியது நிற மாலையைப் புகைப் படம் பிடித்துப் பார்த்தபோது ஒரே மண்டலத்தில் இருந்து வரும் கோடு சிலபோது இரண்டாகத் தோன்றியதாம், இதற்குக் காரணம் என்ன என்று ஆராய்ந்தார்கள். இந்த மண்டலம் வட்டமாக இல்லாமல் முட்டை வடிவாக இருக்குமானால் அதற்கு இரண்டு மையங்கள் இருக்கும்; அதனால் இரு வேறு மட்ட நிலையில் சுழல இடமுண்டு. இதனாலேயே இரு வேறு கோடுகள் நிற மாலையில் தோன்றுகின்றன. கீழேயுள்ள படத்தில் எதிர் மின்னிகளது மண்டலங்களைக் காணலாம். ஹீலியத்தின் எதிர் மின்னிகள் பல வேறு மட்டத்தில் சுழல்வதையும் அங்குக் காணலாம். அதோடு எதிர்மின்னி தன்னைத் தானே சுற்றிக்கொண்டு இரு வேறு புறமாகப் போவதும் விளங்குகிறது.

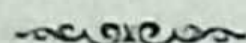
தேன் கூட்டில் தேனி

இந்த அணு மண்டலங்கள் மேலே செல்லச் செல்ல எவ்வளவு சிக்கலாகி வருகின்றன என்பதனைக் கீழேயுள்ள படம் காட்டுகிறது. ஒரு தேன் கூட்டில் தேனீக்களைக் குத்திவிட்டால் அவை சுற்றி அலைவதுபோல யுரேனியம் முதலியவற்றில் எதிர் மின்னிகள் சுற்றி அலைகின்றன எனலாம். பலபல சிக்கல்களை எல்லாம் கணக்கிட வேண்டி இருந்தது. ஆதலின் இம்மாதிரிப் படம் எழுதிக் காட்டுகின்ற அளவுக்கு அணுவின் அமைப்பு எளிதாக இல்லை என இன்றைய அறிஞர்கள் கருதுகின்றனர். ஆனாலும் சிக்கலிடையே விளையும் பயன்கள் சிக்கல்

இல்லாத நிலையில் எழுந்தபோது உண்மைக்கு ஒத்திருக்கக் காண்கிறோம். ஜீன்ஸ் (*Jeans*) என்ற பேராசிரியர் உலகினைப் படைத்த கடவுள் கணக்குப் புலியாக இருக்க வேண்டும் ஆதலின் கணக்கினைக் கொண்டே உலகினை அறிய வேண்டும் என்றார். அதற்கு ஏற்ப இந்த இந்த ஆற்றல் எல்லையிலெல்லாம் இந்த இந்த அணு இருக்கக்கூடும் என வரிசையாகப் புள்ளி போடுவது தவிர படம் எழுதிக் காட்ட முடியாது என ஐசன்பர்க் (*Heisenburg*) என்பார் கூறுகின்றனர்.

---

16. கற்றது கைம்மண்ணளவு



அணுவா? அலையா?

அணுக்களைப் பொருண்மைப் புள்ளிகளாகச் சொல்லுவதைவிட அலைகளாகக் கொள்ளுவதே சிறப்பு எனச் சில ஆசிரியர்கள் கருதுகின்றார்கள். எதிர் மின்னியையும் பொருளாகக்கொள்ளாது அலையன்றே கொள்கின்றார்கள். ஒளிகள் ஜடப்பொருள்போலவும், ஜடப்பொருள்கள் ஒளி போலவும் நடந்துகொள்வதனைப் பார்க்கின்றோம். ஒரு கோலிமேல் மற்றொரு கோலியை உருட்டினால் உருளும் கோலி தன்னுடைய ஊற்ற நிலையை (*Momentum*) நிற்கின்ற கோலிக்குத் தந்துவிட அதன்பயனாக நின்ற கோலி ஓடி உருளுவதனைக் காண்கின்றோம். இதனை ஜடப் பொருளின் இயல்பென இதுவரை கருதி வந்தார்கள். ஆனால் ஒளியின் இயல்பும் இதுவே என இன்று உணர்கின்றோம். புதிர்க்கதிர் என்கிற *X-Ray* எதிர்மின்னிமேல் பாய்கின்றது. தன் ஊற்றநிலையை எதிர்மின்னிக்குத் தந்துவிடுகிறது. எதிர்மின்னி அதன்பயனாக உருண்டு ஓடுகிறது. ஆதலின் ஒளிக்கதிரும் ஜடப்பொருள்போல நடந்துகொள்கிறது என்பது தெளிவாகிறது. எனவே ஒளி அணுக்கள் (*Photons*) என்று பேச இடமுண்டாகிறது. ஒளி அணுவின் ஊற்றம் என்ன? $\frac{hr}{c}$ (h என்பது ப்ளாங் கண்ட மாறா எண். r என்பது அதிர்ச்சி எண். c என்பது ஒளியின் வேகம்.)

ஒளியா? பொருளா?

ஒளியானது எதிர் ஒளியாக வரும் இயல்பினையும், எதிர் ஒளியின் அமைப்பினையும் அறிவோம். ஈக்கள் பளிங்கின்மேல் எதிர்மின்னல் தாக்குகின்றது. அப்போது எதிரொளிபோல எதிர்மின்னிகள்வரக் காண்கின்றோம். எனவே எதிர்மின்னிகளாம் ஜடப்பொருள்கள் ஒளி அலை போல நடந்துகொண்டன என்பதாயிற்று. மற்றொரு நிகழ்ச்சியும் இங்குக் காணலாம். ஒரு புள்ளித்துளையுள்ள அட்டைவழியே ஒளியை ஒருமுகப்படுத்தி ஊடுருவவிட்டால் அது நிழலாக வெளிவந்துவிழும். அவ்வாறு விழுகின்ற இடத்தைப் பார்த்தால் வட்டமான வளையங்களாகத் தோன்றக் காண்கின்றோம். எதிர்மின்னிகளையும் பொன் வெள்ளி முதலிய தகட்டின்மேல் பாய்ச்சி, பின்புறத்தே புகைப்படம் பிடித்துப் பார்க்கும்போது ஒளிவளையங்கள் தோன்றுகின்றன. எனவே ஒளியானது அலைபோல வெளியே பரவுகிறது எனலாயிற்று.

மணல் அலை

ஒளியானது பொருண்மையுள்ள அணுவா அல்லது அலையா என்று நியூடன்நாளில் இருந்து விஞ்ஞானிகள் மன்றாடி வருகின்றார்கள். திங்கட்கிழமை, புதன்கிழமை, வெள்ளிக்கிழமை அன்று ஒளியை அலை என்று பேசுகின்றோம். செவ்வாய்க்கிழமை, வியாழக்கிழமை, சனிக்கிழமை அன்று ஒளியை அணு என்று பேசுகிறோம் என்று நம் நிலையை விளக்குகிறார் ப்ராக் (*Bragg*) என்ற பேராசிரியர். ஆற்றல் பொருண்மை என்ற ஒவ்வொன்றும் இந்த இரு தன்மையும் கொண்டனவாக இப்போது விளங்குகின்றன.

இதனை எவ்வாறு மனத்தில் வாங்கிக்கொள்வது? மணல் வண்டி மேடுபள்ளத்தில்செல்கிறது; மணல் மூட்டையில் ஒரு சிறு துளை உண்டு. அதன்வழியே மணல் கொட்டு கிறது. மணலானது நீர் ஒழுக்குப்போல ஒழுகுகிறது. மேலும் கீழும் அலைபோல அலைந்து ஒழுகுகிறது. ஆனால் ஒவ்வொரு அலையும் மணல்களால் ஆகியதேயாம். பாலை வனத்தில் எழும் மணற்காற்றில் மணல் அலைகளும் உண் டன்றோ? ஒவ்வொரு எதிர்மின்னியோ, நேரியல்மின்னியோ அலையின்முகத்தில் இருப்பதாகக்கொள்ளலாம்.

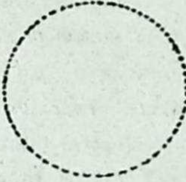
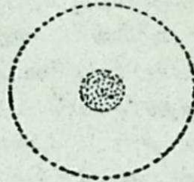
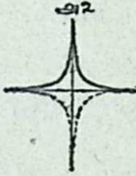
அதிரும் உருண்டை

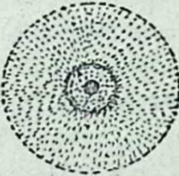
இந்த நிலையில் எதிர்மின்னிகளைத் தனித்தனிப் பொருள்களாகக் கொள்ளவேண்டுமோ என்ற கேள்வி அறிஞர்கள் மனத்தில் பிறக்கின்றது. அணுக்களை ஆற்றல் கொண்டு துடிக்கின்ற உருண்டைகளாகக் கொள்ளலாம். (*Pulsating sphere*). அதிலே எழும் ஆற்றலின் துடிப்பு அலை அலைகளாக எழுகின்றது. அதற்கு ஏற்ப ஆற்றலணு எண் 1, 2, 3 என்றெல்லாம் பேசலாம். சால்டினி தட்டில் (*Chaldni plate*) வெள்ளைப்பொடிகளைத் தூவி ஒருபுறம் வில்கொண்டு தேய்த்தும், ஒலி எழுகின்றது. ஒலி அலை அலையாக எழுவதனை வெள்ளைப்பொடிதூவி அப் பொடி துடிதுடித்ததிலிருந்து அறிந்துகொள்ளலாம். தட்டில் அதிரும் இடத்திலிருந்து பொடிகள் அதிராத இடத்திற்குச் சென்று திரளுகின்றன. அணுவும் இதேபோல பல நிலையில் சுருங்கியும் விரிந்தும் துடித்து அதிர்கின்றதாம்.

அலை அணு

ஆற்றலணு எண் 1, 2 என இருக்கும்போது அணு வின் அலைவினைப் படங்கள் காட்டுகின்றன. (*Fig 1.*)

ஆற்றல் அணு எண் 1. **ஆற்றல் அணு எண் 2.**




முன்னே நாம் கூறிய முதல் மண்டலம் இரண்டாம் மண்டலம் என்பவை இவற்றோடு ஒக்கும். அந்த நிலையில் எழும் அலைகளையும் அங்கே காணலாம். ஆற்றல் அணு எண் ஒன்றாக இருக்கும்போது எதிர்மின்னியாம் அலை கருவின் அருகே பெரிதும் கிடைக்கும் என்பதனை அடர்த்தியாக இருக்கும் புள்ளிகள் காட்டுகின்றன. அடர்த்தி குறைந்த இடமோ எதிர்மின்னியை அங்கெல்லாம் காண்பது அரிது என்பதை விளக்குகிறது. இங்கே அலை எழுந்து அதிருகின்ற எல்லை முன்கூறிய முதனிலை

மண்டலத்தின் எல்லையோடு ஒத்திருப்பதால் கணக்கில் ஒன்றும் வேற்றுமை வருவதில்லை. ஆற்றல் அணு எண் இரண்டு என வரும்போது அலையின் அதிர்ச்சியையும் அங்கெழும் அலையின் அளவினையும் எவ்வாறு காணலாம்? அங்கே எதிர்மின்னியைக் கருவிற்கு அடுத்தாற்போலவும் அதற்குத் தொலைவில் மற்றொருவட்ட எல்லையிலும் காண லாம். இவ்வாறு காணக்கூடும் என்பதனையே கரும் புள்ளிகளின் அடர்த்தினிலை இந்தப் படத்திலே விளக்கு கிறது. முன்னே கூறிவந்த இரண்டாம் மண்டலத்தோடு இது ஒத்திருக்கும்.

ஒன்றிருந்தால் ஒன்றில்லை

இவ்வாறு கூறுவதெல்லாம் நம் மனத்திற்கு விளங்கு வதற்கேயாம். வரையறை இல்லாமைக் கொள்கை (*Principle of indeterminacy*) என்று ஒன்றனை விஞ்ஞானிகள் ஒப்புக்கொள்ளுகிறார்கள். அணுவோ இயங்கிக்கொண்டே இருப்பது. எதிர்மின்னியும் இயங்கிக்கொண்டே இருப்பது. அப்படியானல் எதிர்மின்னியை இயங்காத பொருள் போலக் கொண்டு இங்குதான் இருக்குமென எவ்வாறு கூறுவது? நிலையாக இருக்கும் நிலையை வற்புறுத்தினல் அது இயங்கிவரும் இயக்கத்தினை மறக்கவேண்டும். அதன் இயக்கத்தை வற்புறுத்தினல் நிலையாகநிற்கும் நிலையை மறக்கவேண்டும். அணுவில் பலபல சிக்கல்கள் எழுகின் றன. ஆகையால் ஒருமுறை ஆராயும்போது கண்டது போலவே மற்றொருமுறை ஆராயும்போது ஒருசிறிதும் மாருது முன்தோன்றியதுபோல தோன்றும் என்பதற்கு இல்லை. இதுவே இங்கு வரையறை இல்லாமையாம். எதிர்மின்னி இங்கு உண்டு; இங்குப் போகும் என்று பேசியதெல்லாம் இந்தியனது வயது 27 என்று கூறுவது

போல் சராசரிநிலையைக் குறிப்பதேயாகும். அணுவைப் பொருள் எனப்பிரித்தாலோ அதனை இருந்த இடத்திலேயே காணலாம் என்று பேச இடம் ஏற்படுகின்றது. அதனை அலை என்றாலோ அவ்வாறுபேச இடமில்லை. அதே அலை என்று நாம் எப்போதும் பேசுவதில்லையன்றோ! அலை எதனைச் சுட்டுகின்றது? எதிர்மின்னி இருக்கக்கூடிய சராசரி நிலையைக் (*Probability*) காட்டுகின்றது எனலாம்.

அறிதோறு அறியாமை

அணுவினைப்பற்றி எல்லாம் அறிந்துவிட்டோம் எனத் தொடங்கினோம். ஒன்றும் அறியவில்லை என முடிக்க வேண்டி இருக்கின்றது. அணு பொருளா? ஆற்றலா? அலையா? எப்படி இருக்கின்றது? உள்ளமைப்பு என்ன? எதிர்மின்னி என்பது என்ன? நேரியல்மின்னி என ஒன்று உண்டா? எதிர்மின்னியில்லாத வெற்றுப்புழைதான் நேர் இயல் மின்னியா? இவ்வாறு பல கேள்விகள் தொடர்ந்து எழுகின்றன. உறுதியாக ஒன்றும் சொல்லுவதற்கில்லை. ஆனால் சில உண்மைச்செய்திகளை – இயற்கைநிகழ்ச்சிகளை அறிவோம். அதற்குப் பொருள்கூறுவதற்குத்தான் நமக்கு விளங்கவில்லை. எந்தவகையில் பொருள்கூறினாலும் சரா சரிக் கணக்குச் சரியாகப்போகின்றது. அணுவின் செயற் பாட்டினையும், பொருள்களின் இயல்பினையும் அறியமுடி கின்றது. ஆகையால், அடிப்படையான உண்மையை அறியாமைக்காக வருந்தவேண்டுவதில்லை.

"அறிதோர் அறியாமை கண்டற்றால்."

—வள்ளுவர்

---

17. அணுவின் புராணம் அறிஞர் புராணமே

அண்டம் அளக்கும் கொசுகு

இதுவரையிலும் அணுவினைப்பற்றி மக்கள் அறிந்துள்ளதைப் பார்க்கும்போது, அது அணுவினைப்பற்றி நாம் அறிந்ததனைவிட மிகமிக வியப்பான புராணமாகத் தோன்றுகிறது. அணுவின் மிக மிக நுட்ப அளவைகளை எல்லாம் எண்ணிப்பார்த்தால் மனிதன் கண்ட உண்மையின் பெருமை, சென்ற வழியின் அருமை எல்லாம் விளங்கும். அளக்கமுடியாது என்று சொல்லப்படுவதையும் அளக்கின்முன் மனிதன்; "கொசுகு தன் வாலால் அண்டத்தினை அளக்கின்றது" என்று இதனைப்பற்றி பெர்ட்ராண்ட் ரஸ்ஸல் (Bertrand Russsell) மிக மிகப் பொருத்தம். இன்றுவரையும் கண்ணுற் காணுததனை, கருத்திலேயும் எண்ண முடியாததனை, அளந்து பார்த்து, அணுக்குண்டுசெய்த அற்புதத்தைவிட அற்புதம் அண்டத்தில் எது? அணுவின் நுட்ப இயலைச் சிறிது ஊன்றிப் பார்த்தால் இது விளங்கும்.

மகிமாச் சித்து

அணுவின் அளவினைப்பற்றிய பல பல குறிப்புக்கள் உண்டு. அணுவோ மிக மிகச் சிறியது. ஆதலின் சிற்றளவு எவ்வளவு கீழ்நிலையில் சென்று முடியக்கூடுமோ அந்தக்

கீழ் எல்லேக்குச்சென்று நம் அறிவு அதனைக் காண்கின்றது. தமிழ்நாட்டுச் சித்தர்களின் பெருமையை நாம் அறிவோம். ஒரு சிறிய பந்தினையும், ஒரு நீரிய அணுவையும், (*Hydrogen atom*) அணுவை அண்டமாக்கும் சித்தரிடம் தருகின்றோம். கண்மூடி ஜாலவித்தையல்ல. சித்து விளையாடுகின்றார் சித்தர். இந்தச் சித்து விளையாட்டினை மஹிமா என்று கூறுவர். இரண்டினையும் தமது உள்ளங்கைகளில் வைத்துக்கொண்டு, ஒரேசமயத்தில், ஒருமடங்கு, இருமடங்கு என்று ஒரேவீதத்தில் பந்தினையும் நீரிய அணுவினையும் விம்மிப் பெருகச் செய்துகொண்டே போகின்றார். இதோ பந்து உலகம் அவ்வளவு பெரிதாக விம்மித் தோன்றுகிறது! அணுவும் பெரிதாகித்தானே இருக்கும்? திரும்பிப் பார்க்கிறோம். ஆம் பெரிதாகியது. எவ்வளவு பெரிது? சின்னஞ்சிறு பையன் விளையாடுகிற பந்து போலத்தான் தோன்றுகிறது. பந்துக்கும் உலகுக்கும் எவ்வளவு வேற்றுமை! அவ்வளவு நுட்பமானது அணு. ஆனால், அதனைக்கொண்டு விஞ்ஞானிகள் மனத்துக்குள்ளேயே ஆடுகின்ற பந்தாட்டமும் கோலியாட்டமும் எவ்வளவு! எவ்வளவு!!

கலியுகம் பிறந்ததிலிருந்து எண்ணினால்

அணுவின் குறுக்கு அளவு ஒரு சென்டிமீடரில் பத்துக் கோடியில் ஒரு பங்கு, $\left(\frac{1}{100,000\,000}\right)$ என்று அதன் சிற்றெல்லையைக் காண்கின்றபோதே, "இவ்வளவு சிறிய பொருள்கள் பல கோடிக்கணக்கில் செறிந்து தோன்றுவதனாலன்றோ நாம் பொருள்களைப் பொருள்கள் எனக் கண்ணால் காண்கின்றோம்" என நாம் காணும் சிறிய பொருளிலும் உள்ள அணுத் தொகுதியின் எண்ணிக்கை

யைப்பற்றிக் கருதும்போது பெயரளவின் எல்லையையும் எட்டிப் பார்க்கின்றோம், இதனை உணர்ந்த ஆங்கிலப் பாவாணர் ஒருவர் *"Boundless inward in the atom Boundless outward in the whole"* என்றார். ஓர் அங்குல நீளம், ஓர் அங்குல உயரம், ஓர் அங்குல அகலம் உள்ள இடத்தில் கிடக்கும் நீரிய ஆவிமுழுவதும் ஈரணு. ஈரணுவாகக் கிடக்கும் நீரிய அணுத் திரள்களேயாம். *(Molecules)* இவையே நீரிய ஆவியாக நிறைந்து கிடக்கின்றன. இதில் உள்ள அணுத்திரளைகளின் எண்ணிக்கை எத்தனை என்றால் 6 லக்ஷம் கோடி கோடி, *(6,0000,000,000,000,000,000)* இது மனத்தில் பதிவதில்லை. சுருக்கி எழுதினால் *(6 x 10^{19})* என்று ஆம். இந்த எண்ணிக்கையின் தொகையைச் சிறிது காணவேண்டும். இதோ வருகிறார் நமது சித்தர். இவை எல்லாம் தேங்காய் ஆக மாறினால் வேறு பல இடங்களுக்கு அனுப்பலாம் அல்லவா? உணவு நெருக்கடியும் ஒருவாறாக ஒழியுமல்லவா? இதனை அறிந்துகொண்டார் சித்தர். "இந்திய மக்களே! இது ஒரு நல்லசேவை,யாவரும் ஒன்றுசேருங்கள்" என்றார். என்ன ஆச்சரியம்! இட நெருக்கடி இன்றி இந்தியதேசத்து 40 கோடி மக்களும் இவர் எதிரே திரண்டு நிற்கின்றனர். வண்டிகளுக்கா பஞ்சம்? பெரிய பெரிய லாரிகளும் வந்தன. ஒவ்வொரு அணுத்திரளையும் ஒவ்வொரு தேங்காயாகின்றது." இதனை ஒவ்வொன்றாக எடுத்துவண்டியில் ஏற்றவேண்டும். இரவு பகல் விடாமல் உண்ணாது உறங்காது தேவர்கள்போல் இருந்து செய்ய வேண்டும்" என்றார். ஒவ்வொருவரும் வினாடிக்கு ஒன்றாக விடாமல் வைத்துக்கொண்டே இருந்தார்கள், இது எத்தனை நாட்களில் முடிந்தது எனக் கணக்கிட்டுப் பார்ப்போம். இரவு பகல் விடாமல், உண்ணாது உறங்காது விநாடிக்கு

ஒன்ருகவைத்தால் ஒரு ஆண்டில் ஒருவன் வைக்கமுடிந்தது மூன்று கோடி பதினைந்து லட்சமே. (3,15,00,000.) இதன் விவரம் (60 x 60 x 24 x 365=3,15,36,000). நாற்பது கோடி இந்திய மக்களும் சித்தரது வசிய சக்தியால் அதில் ஈடுபட்டுவந்தால் ஓர் அங்குலத்தில் கிடக்கும் நீரிய அணுத் திரள்களை எண்ண ஏறக்குறைய 5000 ஆண்டுகள் ஆகும்.

(அணுத்திரளையின் எண்ணிக்கை)

$$\frac{6,0000,000,000,000,000,000}{3,15,00,000 \text{x} 40 \text{x} 100,00,000} = 4700 \text{ ஆண்டுகள்}$$

கலியுகம் பிறந்ததில் இருந்து இந்த நூற்ருண்டுவரை எண்ணிக்கொண்டே இருந்திருக்க வேண்டும். பிறப்பும் இறப்பும் நிகழாமலும் இருந்து இருக்கும் அல்லவா? சித்தரது மஹிமா சித்து விளையாட்டு அல்லவா? ஏன் ஆச்சரியம்? இப்போது தெரிகின்றன அன்ருே அளவின் நுட்பமும் எண்ணிக்கையின் பெருமையும்.

செப்பிடு வித்தை

செப்புக் குடத்தில் தண்ணீர் எடுத்துக்கொண்டு வருகிருள் தாயார். தண்ணீர் ஒழுகுகிறது. அதில் ஒரு சில்லி பெரிதாகிக் கிடக்கிறது. எல்லாவற்றையும் கையினுலேயே செய்து பார்த்துப் புதிய முறையில் கல்வி கற்கும் எதிர்காலச் சிறுவன் அதனை அடைக்கப் புறப்பட்டுச் சில்லியை அடைக்கிருன். ஒரு சென்டி மீடர் நீள அகல கனமுள்ள ஒரு சிறு செப்புத் துண்டு கொண்டு வந்து பற்றவைக்கிருன். அவனுடைய தங்கை "இதில் எத்தனை அணு இருக்கின்றது" என்று கேட்கிருள். விஞ்ஞானக் கல்வி இப்படிக் கேள்வி கேட்கும்படி முற்றிப் போய் இருக்கிறது. 85,000,000,000,000,000,000,000

என்று கரும் பலகையில் எழுதிக் காட்டுகிறான் பையன். "இதன் எடைதான் என்ன என்கிறாள்" தங்கை. "ஒரு கட்டி சென்டிமீட்டர் செப்பின் எடை 9 கிராம் என்று நேற்றுத்தான் ஆசிரியர் சொல்லிக் கொடுத்தார் அக்கா" என்கிறான் தம்பி. அறிவுத் தினவு உள்ள பிள்ளைகள். அதனால் ஒரு கிராம் செப்பில் சுமார் 10,000,000,000, 000,000,000,000 அணு இருக்கும் என்று வகுத்தல் கணக்குப் போட்டுச் சொல்லுகிறாள் அக்காள். பள்ளிக் கூடத்துக் கணக்கெல்லாம் அணுக் கணக்கே போலும். ஆனால் இந்தப் பள்ளிப் புள்ளியைக் கேட்டு நாம் திடுக்கிட்டுப் போகாது என் செய்வது? இத்தனை அணுத் திரளையையும் ஒன்று இரண்டு என 40 கோடி மக்களும் இரவு பகலாக எண்ணினாலும் 7½ லட்சம் ஆண்டாகும் என ஒரு கணக்கு ஆசிரியர் கூறுகின்றார்.

துளிக்குள்ளே பிரளய வெள்ளம்

மற்றொரு வேடிக்கை நிகழ்கிறது. மைசூர் நாடு முழுதும் ஓர் அடி உயரம் மணலைப் பரப்புகிறார் ஒரு சித்தர். மணல் மழை பொழிந்தல்ல. ஒரு கன சென்டி மீட்டர் அளவுள்ள ஆவியில் உள்ள அணுத்திரள்களின் எண்ணிக்கை எவ்வளவு என்று கேட்ட சிறுவனுக்கு விளக்கவே இந்தப் பதில் அளிக்கிறார். இதில் உள்ள எண்ணிக்கையோ 200000,000,000,000,000,000. வெறும் பூஜ்யங்களாக இருக்கும் இந்தக் கணக்கு நம் மனத்தில் நன்றாகப் பதிவதில்லை. இதனை விளக்கவே மைசூர் முழுவதும் மணல் பரப்பிக் காட்டுகிறார் சித்தர். ஒரு கட்டி அங்குலத்தில் 70,000 மணல் இருக்குமானால் ஏறக்குறைய 59,000 சதுரமைல் உள்ள பரப்பில் ஓர் அடி கனத்தில் எத்தனை மணல்கள் இருக்குமோ அத்தனை அணுத்திரளைகள்

ஒரு கட்டி செண்டிமீட்டர் ஆவியில் இருக்கும் எனப் புதுப்பாடம் படிக்கிருர் பழைய சித்தர். ஒரு துளி தண்ணீரில் எத்தனை அணுத்திரளைகள் எனச் சிறுவன் கேட்கிருன். ($1{\cdot}7 \times 10^2$) என்பது சித்தர் தரும் விடை. ஆனல் இதுவும் பூஜ்ஜியக் கணக்குத்தான். பூமிப்பரப்பு முழுதும் $7\frac{1}{2}$ அங்குலம் ஆழமாகத் தண்ணீரைப் பரவ விட்டால் அந்தத் தண்ணீரில் எத்தனைத் துளிகள் இருக்குமோ அத்தனை அணுத்திரளைகள் ஒரு துளி தண்ணீரில் இருக்குமெனச் சித்தர் விளக்கம் கூறுகிருர்.

டிக் டிக் எண்ணமுடியாதப்பா

இதனை எல்லாம் கேட்டால் திடுக்கிட்டுப் போவதன்றி என்ன செய்வது? கோடி, கோடி, கோடி என்ருல் பையன்கள் பலகையில் முத்துக் கோப்பதாய் முடிகிறது. இதனை எல்லாம் இவ்வாறு சிறிது பொருள் உள்ளதாக எண்ணிப் பார்க்கவேண்டும். வெஸ்ட்அவே (*Westaway*) என்ற ஆசிரியர் இதன் எண்ணிக்கையை எவ்வாறு விளக்கி வைக்கிருர் எனக்காண்போம். ஒரு கைக்கடிகாரம் விஞடிக்கு 5 முறை டிக் டிக் என ஒலிக்கிறது. ஏறக் குறைய மூன்று நிமிஷத்தில் 1000 முறை டிக் டிக் என்கிறது. இரண்டு பகலும் இரண்டு இரவும் அவ்வாறு தொடர்ந்து ஒலித்தால் 10 லட்சம் முறை (10,00,000) (*million*) ஒலித்ததாகும். ஒரு கோடி முறை டிக் டிக் என ஒலிக்க 20 நாட்கள் ஆகும். *Billion* என்று ஆங்கிலத்தில் கூறுவது லட்சம் கோடி ($1{,}000{,}000 \times 1{,}000{,}000$) = ($1000{,}000{,}000{,}000$) = 10^{12}. இத்தனை முறை ஒலிக்க ஆருயிரம் வருஷங்களாகும். ட்ரிலியன் (*Trillion*) என்பது 10^{18} அதாவது பத்தாயிரம் கோடி

கோடி. இத்தனை முறை டிக் டிக் ஒலி செய்ய 600 கோடி வருஷமாகும். ஒரு சென்டி மீட்டர் ஆவியில் உள்ள அணுத்திரள் 200 ட்ரிலியன் (*Trillion*) ஆம். இத்தனை முறை டிக் டிக் என ஒலி செய்ய எத்தனை கோடி ஆண்டுகள் ஆகும்? 120,000 கோடி வருஷமாகும்.

எதிர் மின்னி உயிர் பெற்றால்

நம் அண்டத்திலுள்ள எதிர் மின்னிகள் இவ்வளவு என (*Huss*) என்ற பேராசிரியர் கணக்கிட்டுள்ளார். இவற்றின் மொத்த எடை 10^{24} கிராம். ஒரு கிராமுக்கு 10^{54} எதிர் மின்னிகள் இருக்குமாம். ஆகையால் மொத்தம் எதிர்மின்னிகளின் எண்ணிக்கை 10^{78}. இதனைக் கற்பனையாகவேனும் மனக் கண்ணால் பார்ப்பது எப்படி? முயன்று பார்க்கலாம். நோய்க் கிருமிகள் முட்டை இட்டோ, குட்டி போட்டோ பெருகுவதில்லை. ஒன்று இரண்டாகப் பிரிந்தே பெருகுகின்றன. ஒரு மணி நேரத்தில் ஒன்று இரண்டாகிறது என்று வைத்துக்கொள்வோம். இரண்டு மணி நேரத்தில் 4 ஆகும். மூன்று மணி நேரத்தில் 8 ஆகும். இவ்வாறு முன் மணியில் இருந்ததை விடப் பின் மணியில் இரட்டித்துக் கொண்டே போகும். ஆனால் உணவு இருந்தால்தான் இந்தக் கிருமி இம் மாதிரியாக வளர முடியும். ஒரு சித்தர் இவ்வாறு உணவு முட்டுப்பாடின்றிப் பெருக்குகின்றார். 24 மணி நேரம் கழிந்தபின் இந்தக் கிருமிகளின் எண்ணிக்கை 160 லட்சம் ஆகும். இரண்டாம் நாள் முடிவில் 300 பில்லியன் (*billion*) (*billion* $=^{12}$) ஆகும். மூன்றாம் நாள் முடிவில் 500 டிரிலியன் (10^{8}) ஆகும். இவற்றின் எடை எவ்வளவு? 1000 டன்னாகும். ஆறாம் நாளில் பூமியின் பொருண்மையை விடக் கிருமிகளின் பொருண்மை மேலே போகும். ஏழாம்

நாள் சூரியனின் பொருண்மையை விடாமலே ஏறும். 10 ஆம் நாள் அண்டத்தின் எடையோடு சமமாகும். ஆனால், இன்னும் அண்டத்திலுள்ள எதிர் மின்னிகளின் எண்ணிக்கைகளுக்குக் கிருமிகளின் எண்ணிக்கை சமமாகுமாறு வளரவில்லை. 11-ம் நாளில் தான் இந்த எண்ணிக்கை சமமாக வருகிறது.

ஒத்தது அறிவான் உலகு அறிவான்

இவ்வாறு ஒப்பிட்டுப் பார்ப்பதால் இந்தச் சிற்றெண்களும், பேரெண்களும் வெறும் பூஜ்யமாகாமல் ஒரு சிறிது பொருளுடையனவாகத் தெளிவோடு விளங்கக் காண்கிறோம். கீழே கண்ட குறிப்புக்களும் இப்படி ஒப்பிட்டுப் பார்ப்பதற்கு உதவும்.

		கிராம் (கணக்கில்)	
அண்டத்தின் எடை (குறைந்தது)		$1{\cdot}8 \times 10^{57}$	
சூரியன்	,,	2×10^{33}	
பூமி	,,	6×10^{27}	
சராசரி மனிதன்	,,	10^{-5}	
சுண்டெலி	,,	10^{2}	
தேனி	,,	$10^{0} = 1$ கிராம்	
எறும்பு	,,	10^{-1}	இருக்கும்
தண்ணீர் ஈ	,,	10^{-2}	,,
க்ஷயக்கிருமி	,,	10^{-12}	,,
உயிர் கருவில் தலைமுறை இயல்பினை நிலைநாட்டும் உறுப்பு	,,	10^{-17}	,,
தண்ணீர் அணுத்திரளை	,,	10^{-22}	,,
எதிர் மின்னி	,,	10^{-27}	,,

பன்றியின் இறக்கை

இவ்வளவு நுட்பமாக அறிந்த மக்களின் அறிவுக் கூர்மையின் நுட்பத்தை என்னென்று கூறுவது? ஒரு கதையில் "பல பல பொருள்களைப் பற்றிப் பேசும் காலம் வந்துள்ளது. செருப்பு, கப்பல், அரக்கு, தேங்காய் அரசர் என்பனவற்றைப் பற்றிப் பேசுவதோடு கடல் கொதிக்கிறதா, பன்றிக்கு இறக்கை உண்டா, காக்கைக்குப் பல் உண்டா என்று ஆராயும் காலம் வந்து விட்டது." இவ்வாறு ஒரு மீன் பேசுவதாக ஒரு புலவர் இந்த நாளைய ஆராய்ச்சிகளை ஏளனம் செய்கின்றார். ஏளனம் செய்ப வரை ஏளனம் செய்வதுதான் விஞ்ஞான ஆராய்ச்சியின் போக்கு. புலவர் மூளையில் நீந்தும் மீனைப் போல "அரசர் தேங்காய்" என்று ஒன்றுபடுத்திப் பார்த்துப் பேசுவதால் நகைப்பே விளையும். "தேங்காய்க்கும் முடி யுண்டு; அரசருக்கும் முடியுண்டு. இரு பொருளும் பல பொழுது முடி இழப்பதுண்டு." என்று பேசிப் போவதால் என்ன பயன்? வேற்றுமையை அன்றோ அறியவேண்டும்? அப்போதுதான் அந்த வேற்றுமையிடையே ஒற்றுமையும் விளங்கும்.

அடுப்பங்கரை முறை

பல பொருள்களைப் பற்றிப் பேசி வரும் நாம் "பொருள் என்றால் என்ன?" என்று முதலில் அறிதல் வேண்டும். சில பொருள்கள் அப்பட்டமானவை. அவை களைத் தனிப் பொருள்கள் (*elements*) என்பர். ல பொருள்கள் கலப்படமானவை. அவைகளைக் கலவைப் பொருள்கள் (*Compounds*) என்பர். ஒரு பொருளில் இருந்து மற்றொரு பொருளைப் பிரித்துக் காண அடுப்பங் கரையிலுள்ள யாவருக்கும் தெரியும். மாவு, உப்பு.

சர்க்கரை இவை மூன்றும் பார்ப்பதற்கு ஒரே மாதிரியாக இருப்பினும், இவைகளை வாயில் இட்டுப் பார்த்துப் பிரித்து அறிய முடியாது என்று எந்தச் சிறு பெண்ணாவது கூறுவாளா? "ஐந்தும் மூன்றும் அடுக்காக இருந்தால், கையில் தொட்டும் வாயில் இட்டும் பார்த்தும் அறியாத பெண்ணும் கறி சமைப்பாள்" என்பது பழமொழி. வேதிப் புலவர்களும் இந்த முறையைத்தான் பின்பற்று கிறார்கள். ஆனால், மேனி மினுக்கு, அளவு, திட்டம், மயிர் இழையும் பிறழாத கணக்கு என்பவை எல்லாம் அவர் களிடம் உண்டு. எல்லாவற்றையும் வாயில் இட்டுப் பார்க்க முடியுமா? கையில் தொட்டுப் பார்க்க முடியுமா? இருந்தாலும் வேறு பிரித்து அறிவதுதானே இங்கு நோக்கம். பாத்தியில் கடல் நீர் பாய்ச்சி ஆவியாகப் போக விட்டால் கல் கல்லாக உப்பு விளைகிறது. ஒவ் வொரு பொருளின் பளிங்கு வடிவமும் (*Crystalshape*) வெவ்வேறு; ஆதலின் இவ்வாறு பளிங்காகக் கரைசலை (*Solution*) விளையவிட்டு வேற்றுமை காணலாம்.

மாட மாளிகை

அடுப்பங்கரைப் பொருள் மட்டுமா இப்படி இருக் கிறது? மாட மாளிகையில் வாழும் மாதரசியின் காதில் மின்னும் கம்மலில் உள்ள வைரமும் இப்படித்தான்; கையில் மின்னும் வளையலில் உள்ள பொன்னும் இப்படித் தான். வைரத்தின் இயல்பு என்ன? அதன் வன்மை அல்லது வைரத்தன்மை (*Hardness*) அதன் ஒளி சிதறும் இயல்பு (*Refraction*) இதனைத்தான் "பாடம் பார்ப்பது" என்று வைரவிலை கூறுவோர் பேசுவது - இவை தான் சிறப்பு இயல்பு. இதன் வடிவம் சிறப்பு இயல்பு அன்று.

எந்த வடிவத்திலும் பட்டைதிற்றிச் சாணை பிடிக்கலாம் அன்றோ? பொன்னின் சிறப்பியல்பு என்ன? வளையல் முதலிய வடிவம் அல்ல; பின் என்ன? மஞ்சள் நிறம் துருப்பேருமை, நயம், கனம் எனலாம், ஆனால் எல்லாப் பொருள்களிலும் இப்படிச் சிக்கல்கள் இல்லாமல் அப் பட்டமாகக் காணப்படுவதில்லை. பல பல பொருள்களைத் தனிப்பொருள் எனத் தெரியாதவர்கள் கருதலாம். வேதிப் புலவர்களோ தனிப்பொருள்களில் இருந்து கலவைப் பொருள்களைப் பிரித்துக் கூறுவர். கருங்கல்லைப் பாருங் கள்; அதில் க்வார்ட்ஸ் (*Quartz*) என்ற கற் பளிங்கு அபிரேகம், பெல்ஸ்பார் (*Felspar*) எனப் பல்வேறுவகைப் பொருள் உண்டு. எனவே, கருங்கல்லானது விஞ்ஞான அறிவில்லாத ஒருவன் நினைப்பதுபோலத் தனிப் பொருள் அல்ல. கலவைப் பொருளேயாம். வேதிப் புலவர்கள் ஆராயும் போது பொருள்கள் மாறிவிடக் காண்பர். நீரியமும் உயிரியமும் மின்சாரத்தின் எதிரே "டப்" எனத் தண்ணீராய்த் திடீரெனக் காட்சி அளிக்கும்போது பழைய ஆவி மாயமாகி மறைகிறதுபோல ஒரு கண் கட்டு வித்தை நிகழ்கிறது. இத்தகைய ஆராய்ச்சிகள் அவர் களுக்குப் பேரின்பமாகத் தோன்றுவது இந்த இந்திர ஜாலங்களாலேயாம். புதிய பிரமனாக விளங்குவதில் யாருக்குத்தான் செருக்குத் தோன்றாது?

வேதிப்புலமை வீட்டுப்புலமை

வேதி ஞானம் நம் வீட்டில் வாழும் வாழ்க்கைக்குப் பயன்படுவது கண்டும் அதனைப் பாராட்டாமல் இருக்க முடியுமா? சமைக்க, வெண்ணெய் அமைக்க, ஊறு காய் போட நாம் அறிந்த அறிவெல்லாம் வேதி ஞானமே யாம். நாம் தொட்டிலில் இருந்து பாடை ஏறும்மட்டும்

வேதிப்புலவராகவே நம்மையும் அறியாமலே வாழ்ந்து போகின்றோம். நம் அண்டமே வேதிச் செய்காட்சி நிலையம். இது அடிப்படையான ஆராய்ச்சியும் ஆகும், "நாம் வாழும் உலகம் எப்படிச் சமைந்துள்ளது? இதன் உண்மை இயல்பு என்ன?" என்று ஆராயும் ஆராய்ச்சி நம் வாழ்க்கையைப் பற்றியதன்றோ? ஆனால், அணு ஆராய்ச்சி ஒரு டாம்பீக ஆரவாரம் அன்று; உயிரையே கையிற் பிடித்துக்கொண்டு ஒருசிலர் தம் வாழ் நாட்களையே தியாகம்செய்து, மிகமிகச் சிக்கனமாக இம்மி யும்விடாமல் ஆராயும் கையிடுக்கத்தின் பெருமையாகும். இங்கு இத்தியாகிகளுக்குக் கிட்டும் ஊதியம்போல் வேறு எந்தத்துறையில் ஈடுபடும் மக்களுக்கும் கிட்டுவதில்லை. விஞ்ஞான ஆராய்ச்சி இல்லையானல் இந்நாளைய உலக வாழ்க்கை எங்கே? விஞ்ஞானப் பழக்கம் இல்லாதவர் விஞ்ஞானத்தை ஓர் எரிமலைபோலப் பார்க்கின்றனர். எரிமலை எரிவதனை மட்டுமே காண்கின்றனர். "அணுக் குண்டு கண்டபின் அழிவின்றி வேறு என்ன?" என்றும் பேசுகின்றனர். எதிர்கால மேன்மையைப் பேசக்காணோம். மேல்வரும் எதிர்கால ஆக்கத்தைப்பற்றிப் பேசுவது இருக் கட்டும்.

மனிதனே பெரிய விடுகதை

இன்று நாம் மின்சாரத்தின் உதவியால் விசிறி சுழற்றி, விளக்கேற்றி, அடுப்பு அமைத்து, உணவு சமைத்து, உடைகளை வெளுத்துச் சுத்தமாகவும் சுகமாக வும் வாழ்கின்றோம் என்றால் இது யார் முயற்சியால் ஆயது? ஓய்வுநேரங்களில் பாடி ஆடுகின்றோம். திரைப் படத்தினைக் கண்டு களிக்கின்றோம். வீட்டில் இருந்து

கொண்டே வானொலிவழியே பேர் இசைவாணர் பாடல் களைக் கேட்டு மகிழ்கின்றோம். இது யார் முயற்சியால் ஆயது? இன்று நம் பள்ளிகளில் ஆசிரியரின்றியே பிள்ளை கள் வானொலியோடு பாடி ஆடி உடற்பயிற்சி செய்து வருகின்றார்கள். ஆகாய விமானங்கள் மூடுபனியிடையே முட்டி அழியாது வானொலியாக அமைந்த கலங்கரை விளக்கங்களின் (*Radio beacons acting as light house*) உதவியால் நிலயம்போய்ச்சேருகின்றன. இவையெல்லாம் யார் முயற்சியால் ஆயது? அறிவுத் தினவு எடுத்ததன் பயனாக மனிதன் தன்னைச் சுற்றியிருக்கும் பொருள்களின் தன்மையை அடிப்படையான அணுக்கள்வரை துருவி ஆராய்ந்தான். பிள்ளையார் பிடிக்கப்போய்க் குரங்கானது என்ற கதைக்குப் பதிலாகக் குரங்கு பிடிக்கப்போய் பிள்ளையார் ஆகும் கதைகளே பல. ஏதோ ஒன்றினை ஆராயப்போனால் புதிர்க்கதிர் (*X-Ray*) எதிர்ப்பட்டது; ரேடியம் தோன்றியது; செயற்கைக்கதிர் வீச்சுப்பொருள் கள் எழுந்தன. என்னபயன்? அறிவுத் தினவு அடங் கியதா? இல்லை. மேலும் அறிவுத்தினவே எடுக்கிறது. ஆனால், கண்டவற்றின்பயனால் மனிதனது வாழ்நாள் நோயற்ற நாட்களாக மாறின. பலபலகாலம், பலபல தியாகிகள் இத்துறையில் ஈடுபட்டுப் பலபல முடிவுகள் கண்டனர். அவற்றினை நிலைநாட்ட ஆதரவுகாட்ட முடியாது தேடி உழன்றனர். முடிவு என்ன? இருண்ட காட்டில் அடிக்கொரு விளக்கேற்றி வழி அமைத்தாற் போல் ஆயிற்று. விஞ்ஞானத்துறையில் மனிதனது அறிவு அகன்று பரந்து வளர்ந்தது. உலகம் முதலில் புதிராக நின்றது. அந்த விடுகதையை மனிதன் விடுவிக்கும் திறனைப் பார்த்தால் இவனுடைய அறிவே ஒரு புதிராகி உள்ளது. இது இன்று நேற்று அல்ல! என்றுந்தான்.

ஏகாந்த தரிசனம்

ஆதலின், வேதி ஆராய்ச்சி அடுப்பங்கரையில் உப்பும் புளியும் கூட்டுவதோடு முடியவில்லை. மருந்துக்கடையில் சரக்குகளை வாங்கிவந்து ஆவி ஆக்கி வேதிப்பொருள்கள் அமைப்பதோடு முடியவில்லை. வெடிமருந்துகள் வாண வேடிக்கையாக ஒலியும் ஒளியும் புகையுமாக மறைந்து போவதோடு முடியவில்லை. அணுக் குண்டின் அழிவு விளையாட்டோடுங்கூட முடியவில்லை. இயற்கை அன்னை தனது செய்காட்சி நிலையம் ஒன்று தனக்கென அமைத்து வைத்துள்ளாள். அதுதான் இந்தப் பிரபஞ்சம். அல்லும் பகலும் அறுபதுநாழிகையும் இயற்கை அன்னை இந்த வேதி ஆராய்ச்சியினையே தன் செய்காட்சி நிலையத்தில் புரிந்து விளையாடி மகிழ்கின்ருள். அதன்பயனுக உலகத் திலேயே அற்புதக்காட்சிகள் – அழகியகாட்சிகள் தோன்று கின்றன. இவை எல்லாம் வேதிஞான விசித்திரங்களே யாம். இந்த இயற்கை அன்னைமீது உள்ள இயற்கை அன்பினுல் அவளது பலவகை வடிவங்களிலும் ஈடுபட்டு இயற்கையோடு இயற்கையாய் விஞ்ஞானப் புலவரது உள்ளம் ஒத்துத் துடித்து நிற்கும்போது பலவகையாக விளங்கும் ஒரு தனித் திருமொழியை அந்த இயற்கைத் தாய் அந்த மக்களோடு அந்தரங்கமாகப் பேசிக் குலாவு கின்ருள். அவர்கள் உணருகிருர்கள் ; நமக்குக் கூறுகின் ருர்கள்.

பொய் அழிய மெய் நிற்கும்

இத்தகைய ஆராய்ச்சிவாணர் சிலசிலபோது குறுக்கு வழியிற்போய் முட்டிக்கொள்வதுண்டு. அணுக்குண்டு வெடிப்பதுகண்டு அலறுவதுண்டு. வாணவேடிக்கையே

முடிவு எனக் கண்டுகளித்து மயங்குவது உண்டு. வேதி நூலின் தந்தையரான ராபர்ட்பாயில் (*Robert Boyle*) என்பார் கூறுவது இங்கு நினைவுக்குவருகிறது. "வேதி நூற் புலவர்கள் ஆராய்கின்ருர்கள். அவர்களுடைய ஆராய்ச்சி விவிலியம் கூறும் சாலமனது (*Solomon*) கப்பற்படை பொன்னையும், வெள்ளியையும், தந்தத்தினேடும் கொண்டுவருவதோடு, குரங்குகளையும் மயிலையும் (தமிழ்நாட்டிலிருந்து) கொண்டுவருவதுபோலப் பொன் போன்ற உண்மைகளோடு மயிற்ரேகைபோன்று வெளிப் பகட்டு ஆரவாரத்தையும் அங்கே கொண்டுவரக் காண்கிருேம். இந்த வேதி ஆராய்ச்சிக் கப்பல் கொண்டுவரும் கொள்கைச் சரக்குகளில் குரங்கிடத்தில்போலச் சிறிது அறிவு விளக்கம் தோன்றினும், ஊன்றிப்பார்த்தால் நகைப்புக்கு இடமாம். குற்றம் குறைகளும் நிறைந்து கிடக்கும்" ஆம். "தனிப்பொருள் வேறு கலவைப்பொருள் வேறு" என்ற உண்மையை நிலைநாட்டிய இவரே "சூடும் ஒரு பொருளே" என்ற அந்நாளைய ஆரவாரப் பொய்க் கொள்கைக்கு அடிமையானுர் அன்ருே? என்ருலும், உண்மையே என்றும் வெற்றிபெற்றுநிற்கிறது. குற்றம் குறைகள் காலப்போக்கில் மறைகின்றன. மயில் தோகை உதிர்ந்து ஒழிகிறது. பொன்னே நிலையாக நிற்கிறது. அணுக்குண்டு மறையும்; கதிர்வீச்சு மருத்துவம் என்றும் நிற்கும்.

விலை கூறவா?

அணுவின் அமைப்பினைப்பற்றியஇந்நாளைய ஆராய்ச்சியால் நேரே பணம் சம்பாதிக்கப் போகிறவர்கள் ஒருவரும் இல்லை. எனினும், அணு ஆராய்ச்சியில் விஞ்ஞானிகளுக்குத் தோன்றும் ஈடுபாடு குறைவிலா நிறைவாக விளங்குகின்றது. காசுக்காகமட்டுமா மனிதன் வாழுகின்ருன்!

அணுக் கொள்கையை நமக்குத் தந்துள்ள அறிவு விளக்கத்தினை என்ன என்பது?

நம் முன்னோர் இவ்வாறு கனவிலும் கண்டிருக்க முடியுமா? அவர்கள்கிடக்கட்டும்; நாம் இளையராய் விளையாடியபொழுது பேரும் புகழும் பெற்ற விஞ்ஞானிகளேனும் இதனைக் கருதியிருக்க முடியுமா? இவர்கள் எல்லாம் கற்பனையிலும் காணாத அறிவு விளக்கம் அணு ஆராய்ச்சிவழியே வந்துள்ளது. ஆனால், இந்த அறிவோ கலகல என ஒலிக்குமாறு எவர் பையையும் நிரப்பப்போவதில்லை. காசுக்கடையில் இதனை விலைகூற முடியாது. ஆனால், இந்த அறிவு எவ்வளவோ ஊதியங்களை அப்போதைக்கப்போது விளைவிக்கும் என்பதற்கு ஐயமில்லை. உலக முன்னேற்றத்திற்கு இன்றியமையாத அறிவுக்கொள்கைகளாம் அருமந்த பிள்ளைகளை நிறையப்பெற்று உதவும் தனிப்பெருந் தந்தையாக அணு ஆராய்ச்சி ஓங்கிவளரும். இவ்வாறு பால்போர் பெருமான் (*Earl of Balfour*) 1926-ல் பேசியது மெய்யாகிக்கொண்டேவருகிறது.

நாகரிகக் கடைகால்

பணம்கொண்டு விஞ்ஞான ஆராய்ச்சியை அளவிட்டு விலைபேச முடியாது. பாரடே (*Faraday*), எடிசன் (*Edison*) இவர்களை எவ்வாறுமதிப்பிடுவது? நம்செல்வம் அனைத்தும் சேர்ந்தாலும் இவர்கள் பெருமைக்கு ஈடுசெய்ய முடியுமா? நம் தொழில்முறை முன்னேற்றம், நம்முடைய வாணிகம் இவை எங்கே முளைக்கின்றன? அவர்களுடைய ஆராய்ச்சியில் அல்லவா! பாரடே இல்லையானால் மின்சாரம் பேரளவில் விளைவது எங்கே? மின்சாரத்தின்பயனாகப் பல பல தொழில்களில் வேலைசெய்யும் பல கோடி மக்களுக்குச்

சோறுபோட்டு வாழவைப்பது அந்தப் பெருமகனுரது மூளையே அன்ரூே? வயிருர உண்பது ஒருபுறம் இருக் கட்டும். விலங்குகளும் உண்கின்றன. அதுவா வாழ்வு? நம் அறிவுபெருகி மக்களிடம் எல்லாம் பரவுவதே பண் பாட்டின் அடிப்படையாம். விஞ்ஞான உண்மைகளைக் கையாண்டு தம் தொழில்களை வளர்த்தால் போதுமா? வாழ்க்கைக்கு வேண்டிய செலவுத்திட்டம் புதுப்பொருள் களைக் கண்டு பிடிப்பதன் வழியாகக் குறைந்து வந்தால் மட்டும் போதுமா? நோயைத் தடுத்தால்மட்டும் போதுமா? விளைவினைப் பெருக்கினுல்மட்டும் போதுமா? நம் எதிர் கால வாழ்க்கை இவற்ருல்மட்டும் ஓ என ஓங்கி வளருமா? இல்லை இல்லை; அறிவுக் களஞ்சியத்தை நாமும் நிரப்ப வேண்டும். மக்கள் அறிவு எட்டிப்பார்க்கும் ஞான எல்லையை அகலப்படுத்தவேண்டும். இந்த அறிவுகொண்டு அன்ருட வாழ்க்கைக்குப் பொன்னுன பயன்விளைய அழகிய முறையில் திருத்தி அமைக்கவேண்டும். இவ்வளவும் செய்வது அறிவுத்தினவு எடுப்பதனை ஆற்றிக் கொள்வ தற்கு மட்டுமன்று; ஆன்ம சாந்திக்கும் இதுவேண்டும். ஆகையால் நம்முடைய ஜடநிலை வாழ்வையும் ஆன்ம வாழ்வையும் உயர்த்த வேண்டுமானுல் இந்த அணு ஆராய்ச்சிவாணர் கொண்ட உண்மை நாட்டத்தைச் சமுதாய அமைப்பின் தொண்டாகவே செய்து வருதல் வேண்டும்.

"மக்கட் சுட்டு"

அணு ஆராய்ச்சி வரலாறு எவ்வளவோ நன்மைகளை விளக்கி வைக்கின்றது. அவற்றில் எல்லாம் தலைசிறந்த நன்மை அணு ஆராய்ச்சி செய்துவரும் மனிதனது உயர்வு விளங்குவதேயாம். அவன்செய்த புரட்சி பெரிது. பாழாய்

காடாய்க்கிடந்த உலகத்தினை நாடாய் நாகரிகச் சிகரமாய் மாற்றும் பெரியதொரு புரட்சியைச் செய்கின்றான். விலங்கொடு விலங்காய் மரத்தில் தொத்தித் திரிந்தவன் அறிவுக் கண்கொண்டு அணுவின் நுட்பத்தினையும் கண்டு, அணுவையே அடிமையாக்கி, அதில் திளைத்து, தனக்கென வாழாப் பிறர்க்குரியாளனாய்த் தெய்வீக வாழ்வு வாழவருகின்ற புரட்சியே கனவிலும் காணாத புரட்சியாம். அணுவினை எல்லாம் ஆராய்ந்து உண்மைகாணும் இந்த வரலாற்றில் அத்தகைய விஞ்ஞானிகளின் வாழ்வின் பெருமையைக் காண்கின்றோம். அணுவின் சுவை எல்லாம் அதனை அறியும் மக்கள் அறியும் சுவையேயாம். என்றும் மாறாத அணு மெல்ல மெல்லத் தன் உண்மையை வெளியிட்டு வருவதுதானே அணுவின் கதை. அவன் கதையே அன்றி அதன் கதை ஏது? அதுதான் பரமாணு புராணம் எனப் பாலுஞ் சோறுமாய் இனிப்பது; இதிகாசம் என இதந் தருவது; காவியம் எனக் களிப்பூட்டிக் கடவுள் நிலை காட்டுவது. அந்தப் புராணத்தில் இனிச் செல்லுவோம்.

---

18. அணுக் கொள்கை அரும்புவிடுகிறது

நிமிர்ந்தெழுந்தான்

மக்கள் குரங்குபோல—ஏன்? குரங்காகவே வாழ்ந்த நாள் உண்டு. குறுக்காகப் பாய்வது இன்னும் மக்களை விட்டபாடில்லை. ஒருநாள் ஒருவன் காலூன்றித் தலை நிமிர்ந்து எழுந்து நின்முன். மூக்கிற்குமேல் இதற்கு முன் ஒன்றும் தெரியாது. நிமிர்ந்து எழுந்ததும் வானமும் நிலமும் தொடுவானம் வரையும் பட்டப்பகல் வெட்ட வெளிச்சமாயிற்று. உண்பதும் உறங்குவதுமே வாழ்க்கையாய் முடியவில்லை; "இவை என்ன? இவை என்ன" என அறிவுத்தினவு எடுத்தது. "இது எதற்கு உதவும்? இதனை எப்படிப் பெறுவது.? எப்படி அடக்குவது?" என ஆசைத் தினவும் ஆட்சித் தினவும் உடன் எழுந்தன. ஆராய்ச்சியும் நூலும் அன்றே முளை விட்டன.

விஞ்ஞானியும் விறகுதலையனும்

கண்ணுக்கு எட்டும்வரை ஒன்றுகப் பார்க்கும் ஒற்றுமைக்காட்சி அன்று எழுந்து விளங்கியது; ஆனல், அந்தக் காட்சியில் எத்தனை எத்தனைப் பொருள்கள்! எத்தனை வடிவம்! எத்தனை நிறம்! ஒன்றுபோல் ஒன்று இல்லை. ஒன்றென்ருய் எண்ணுவது என்றுல் நம் வாழ்நாள் போதாது. இவற்றை இனம் இனமாக வகுத்துப்பார்த்து

ஒற்றுமை காண்கிறான் விஞ்ஞானி. விறகு தலையனும் அதுதான் செய்கிறான். ஆயிரம் ஆயிரமாக மரங்கள் இருக்கும் காட்டில் அவன் திகைப்பது இல்லை, புளி, வேம்பு, தேக்கு, காட்டுவாகை, காயா எனச் சில இனங்களில் அவற்றை எல்லாம் அடக்கிக் கையை நீட்டி நீட்டிப் பேசுகிறான். 'எல்லாம் மரமே' என ஒரு பேச்சில் அடிக்கி விடுகிறான். வெட்டியதும் எல்லாம் அவன் தலைமேல் ஏறும் விறகே,

வயிற்றுப் பேச்சும் கலைப் பேச்சும்

விஞ்ஞானியும் விறகு தலையனும் இந்த வகையில் ஒரு நிலையினரே. விறகு தலையன் பேச்சு வயிறு பிழைக்க விற்கும் விறகாக முடியும். கண்ணுக்கு எட்டியதனை வயிற்றுப் பேச்சில் விறகாக்கி முடிக்கிறான். விஞ்ஞானி வயிற்றையும் மறந்து, 'உண்மை என்ன?' என்று ஆராய்ந்துகொண்டே போகிறான். கண்ணுக் கெட்டிய வரையும் ஒருங்கு சேர்த்து ஒன்றாகப் பார்க்கிறான்,

பலவகைக் கடவுள் வழிபாடு

மனிதன் இயற்கையைக் கண்டு மருண்டான். மின்னல் – இடி – புயல், திடீர் என எழும் காட்டுத் தீ, இருளானதும் விளக்கிட்டது போல எழும் நட்சத்திரங்கள் இவை எல்லாம் அவனுக்கு ஒன்றும் விளங்கவில்லை. இவற்றினைக்கண்டு சில காலம் அஞ்சினான். பூதம் என நடுங்கினான். பேயெனப் பிதற்றினான். இயற்கையில் தோன்றும் பெருமையினையும் வியப்பினையும் கண்டு கடவுளே எனப் போற்றினான். கதிரவன் தோற்றம் – மாலையின் சிறப் பொலிவு – வான் மீனின் அமைப்பு – இவற்றில் ஓர்

அழகு கண்டான். அச்சம் நீங்கி அவற்றை உற்று உற்று நோக்கித் தன் கவலையை எல்லாம் மறந்து எல்லையில்லாப் பெருநிலையின் இன்ப அழகில் ஈடுபட்டான். அவற்றினைப் பற்றிய உண்மைகள் தோன்றின. பல பூக்கள் – பல மரங்கள் – பல நட்சத்திரங்கள் – ஒவ்வொன்றாகச் சொல்வானேன்? – உலகில், தான் காண்பதற்கு எல்லாம் பெயரிட்டு அழைத்தான். பெயரிட்ட குழந்தைகளைப் பாராட்டுவதுபோல் அவற்றினிடமும் அன்பு கொண்டு ஆராயத் தொடங்கினான்.

வித்தில் மறைந்த மரம்

எத்தனை எத்தனை பொருள்கள்? எண்ணிக்கொண்டா கிடப்பது? எப்படி இவற்றை எல்லாம் ஒற்றுமைப் படுத்தி ஒன்றாகப் பார்ப்பது? நிமிர்ந்துநின்ற நாள்முதல் எதிரே நிமிர்ந்து நிற்கும் கேள்வி இது. வித்திட்டு வாழ வரும் மகனுக்கு ஓர் எண்ணம் தோன்றியது. ஒன்றாய் இருந்த விதை பின் வேராய், அடி மரமாய், கிளையாய்க் கொம்பாகிக் கவடாய் இலையாய்ப் பூவாய்க் காயாய்ப் பல பல வகையால் மாறுவது போல, உலகப் பொருள்களும் வித்தென அருவமாய் இருந்தவை மரமென உரு மாறின என்று ஒருசில பெரியோருக்குத்தோன்றின. பரிணாமவாத மென்று இதற்கு ஒருபெரிய பெயர். உலகில் எதனை அடிப் படை என்பது? மண் என்றனர் சிலர்; நீர் என்றனர் பிறர்; தீ என்றனர் ஒரு சாரார்; காற்று என்றனர் மற்றவர். இந்தியாவில் வான் என்றனர் வேறு சிலர். இந்தச் சண்டைக்கு அஞ்சி ஐந்தும் அடிப்படையே என்று கோமுட்டி சாட்சி சொன்னார் சிலர், அரிஸ்டாடில் (Aristotle) இத்தகைய கொள்கையை வற்புறுத்தியவர்.

இந்தக் கொள்கையில் நான்கோ ஐந்தோ தான் தனிப் பொருள்கள். மற்றவை எல்லாம் இந்தத் தனிப் பொருள் கள் பல வகையாகக் கூடுவதால் வரும் கலவைப் பொருள் களே யாம். இப்படிக் கலப்பதனைப் பஞ்சீகரணம் என்று வேதாந்தம் கூறும். தனிப் பொருள் கலவைப் பொருள் என்று பேசும் பேச்சு, விஞ்ஞானிகள் இன்றும் பேசும் பேச்சாம்.

சங்கு சுட்ட சுண்ணம்

இது என்ன ?. அரு என்ருல் உருவம் இல்லாத தல்லவா ? இல்லாததனைப் பற்றிப் பேசுவது ஏன் ? மண் என்பதனைத் தனிப்பொருள் என்பானேன் ? சட்டிபானை யைப் பார்த்தால் விளங்கவில்லையா ? எல்லாம் மண். மண்ணே, மண் துகள். இப்படியே பிரித்துக்கொண்டு போனுல் பிரிக்க முடியாது நிற்கும் பொருளே அடிப்படை. அதற்கு அணு என்று பெயர். பொன் வளையலைப் பார் ! வெட்டிக்கொண்டே போ ! பிரிக்க முடியாத நிலை வரும். அங்கே தான் அணு உண்டு. அந்த அணுவால் ஆகியதே உலகம் ; அண்டமும் அப்படியே. இதனை விட்டு அரு வத்தைப் பற்றிப் பேசுவானேன். பூமாலை பார்த்த தில்லையா ? சூடி மகிழ்ந்த தில்லையா ? பூக்களைச் சேர்த்தால் பூமாலையாம். அணுக்களைச் சேர்த்தால் அண்ட மாம். பல பல வடிவமான மாலையாவதுபோலப் பல பல அணுக்களும் பல பல வடிவமான உலகப் பொருள்களாக அமைகின்றன—இவ்வாறு வேறு சிலர் கூறவந்தனர். இது தான் அணு வாதம் ; ஆரம்ப வாதம். பழங்காலத்ததாகிய ஜைனமதம் பேசியதும் இந்த அணுக் கொள்கையேதான். நியாய மதம், வைசேடிக மதம் என்பனவும் இதனையே பேசின. பஞ்ச பூதங்களைப்பற்றிப் பேசினுல் அவையும்

அணுக்களே என்று அவர்கள் மன்ருடினர்கள். அணுக் கொள்கையை வற்புறுத்தியதன் பயனாக நியாய மதத் தலைவரான கண்ணடருக்கு "அணு விழுங்கியார்" என்ருெரு பெயர் வழங்கலாயிற்று. மேலைநாட்டில் டெமாக்ரிடஸ் (*Democritus*) என்பவர் இதனை முதல் எடுத்துப் பேசினராம். இன்பமாய் வாழ்தலே மக்கள் நோக்கமாதல் வேண்டும் என்ற எபிகூயரஸ் (*Epicurus*) என்பாரும் இக் கொள்கையினரே. லுக்ரீஷியஸ் (*Luerctius*) என்ற லதீன் பாவாணர், "இயற்கையின் இயல்பு" என்ற தத்துவக் காப்பியத்தில் இந்த அணுக் கதையையே அழகாகப் பாடியுள்ளார்.

டெமாக்ரிடஸ்

டெமாக்ரிடஸ் (*Democritus*) என்பவரே மேலைநாட்டு அணுக்கொள்கையின் தந்தையார். இவருடைய கொள்கையினை டின்டால் (*Tyndall*) என்பார் சுருக்கிக் கூறுவதனைக் காணலாம்.

(1) இல்லது வாராது; உள்ளது போகாது. அணுத் திரளைகள் (*molecules*) கூடியும் பிரிந்தும் வரும் மாறுதலே யுள்ளது. "வித்தில்லாத சம்பிரதாயம் மேலும் இல்லை; கீழுமில்லை.

(2) காரணமின்றி ஒன்றும் நிகழ்வதில்லை. ஒவ்வொரு நிகழ்ச்சிக்கும் காரணம் உண்டு. அந்தக் காரணத்திலிருந்து அது நியதியாய் விளைகிறது.

(3) உள்பொருள் எல்லாம் இரண்டேயாம். ஒன்று அணு; இரண்டு வெட்ட வெளி. மற்றவை எல்லாம் கருத்துப் பொருளேயாம்.

(4) அணுக்களோ எண்ணற்றன. அவற்றின் வகைகளும் எண்ணற்றனவே. அவை ஒன்றை ஒன்று தாக்கும். அப்போது எழுகின்ற பக்கவாட்டு இயக்கமும் (*Lateral movement*) சுழற்சிகளுமே அண்டங்களின் பிறப்பாகும்.

(5) உலகத்துப் பொருள்கள் பல வகையாக இருப்பது எதனாலே? அவற்றின் அணுக்கள் பல பல வகையாம். எண்ணிக்கையும் பல பலவாம். அளவிலும் பல பல வகையாம். கூட்டுறவு அமைப்பிலும் பல பலவாம். இதனாலேயே பொருள்களும் பலவாகின்றன.

(6) ஆன்மா தீ அணுப் போன்றது. அதுபோல இதுவும் நுண்ணியது. இழுமென ஒழுகுமாறு வழவழப்பாய் அமைவது. முழு வடிவாம் வடிவினது. எல்லா அணுக்களிலும் இதுவே இயக்கம் மிக்கதாம். இது உடல் முழுதும் உள்ளும் புறமும் எள்ளுக்குள் எண்ணெய் போல் இடையீடு இன்றிப் பரவி நிற்கின்றது. இதன் இயக்கத்தின் வழியே உயிர் வாழ்க்கை என்னும் காட்சி புலப்பட்டுத் தோன்றுகிறது.

குடிசைப் பேச்சு

அணு என்பது மக்களின் பழைய பேச்சு. பொத்தல் குடிசையில் முனிவர்கள் அறிவு ஆராய்ச்சிப் பேச்சுப் பேசுகிறார்கள். பொழுது விடிகிறது. சில்லிகளின் வழியே சூரியனது கதிர்கள் இந்தப் பெரியோர்களைக் காண வருவது போல நுழைகின்றன. அந்த ஒளிக்கற்றை முழுதிலும் தூசுகள் ஒளிர்கின்றன. "இவற்றில் மிக மிகச் சிறியது தெரிகிறதா, தம்பீ" என்கிறார் பெரியவர். "அதற்கும் சிறியது கண்ணுக்கும் தெரியாது. இதுதான்

மும்மை அணு. இதனை மூன்ருகப் பிரித்தால் இருமை அணு தோன்றும், அதனை இரண்டாகப் பிரித்தால் நுண் அணு அல்லது பரமாணு தோன்றும்.” என்று அணு ஆராய்ச்சியைப் பெரியவர் முடிக்கின்ருர். இப்படித்தான் பல நூறு ஆண்டுகளாக இந்தியாவில் அணு ஆராய்ச்சி நிகழ்ந்து உள்ளது. “இன்னுழை கதிரின் துன் அணு”. என்று அன்று பேசினர். அணுக்குண்டு என்று இன்று குடிசையில் கிழவனும் கிழவியும் பேசுகிருர்கள்.

அரிஸ்டாடில் ஆட்சி

இடைக்காலத்திலும் இந்தியர் அணுவைப்பற்றிப் பேசியே வந்தனர், ஆனல் மேலே நாட்டில் அரிஸ்டாடில் (*Aristotle*) பேயாய்ப் பிடித்து எல்லோரையும் ஆட்டி வந்தார் எனலாம். அவர் கீறிய கோட்டிற்கு அப்பால் தாண்டக் கூடாது. தாண்டினல் தலை வெடித்துப்போவது போல் அஞ்சினர். ஆயிரத்து முந்நூற்று நாற்பத்து எட்டில் நிகலஸ் (*Nicholas*) என்பவர் அணுவாதம் பேசினுர். கேட்பார் யார்? துணி கட்டாத ஊரில் துணி கட்டியவன் பைத்தியக்காரன். அரிஸ்டாடில் வழி வழி வந்தவர்கள் பேச்சு எல்லாம் ஒரே பேச்சுத்தான். அடுப்பங் கரையில் அரிஸ்டாடில் கொள்கை உண்மை ஆவதனைக் காணலாம் என்றனர். பச்சை விறகு எரியும்போது என்ன காண்கிருேம்? அவர் சொல்லிய நான்கு பூதங் களையும் காணலாம் :-

1. நெருப்பு சுடர் விட்டு எரியப் பார்க்கிருேம். புகை காற்ருக மேல் எழுவதும் தெரிகிறது.

2. ஆறு கடலிற் கலப்பதுபோலப் புகை காற்றில் போய்க் கலக்கிறது.

3. சிடுசிடு என நீர் ஆவியாக மாறுவதனைக் கண்டும் கேட்டும் வருகிறோம்.

4. மிகுதி நிற்கும் சாம்பல் அங்கு மண் இருப்பதனை நிலை நாட்டுகிறது. (உபநிடதத்தில் உயிர் போன பின் உடலானது முடிவாகப் பஞ்ச பூதங்களோடு சேருவதனைப் பற்றி மைத்ரேயியும் யாஞ்ஞவல்கியரும் பேசுகின்ற பேச்சை இது நினைப்பூட்டுகிறது.)

செம்பு பொன் ஆகுமா?

இந்திய விஞ்ஞானம் அரேபியா சென்றது. அரேபிய விஞ்ஞானம் ஐரோப்பா முழுதும் பரவியது. 'நெய்யி னுக்குத் தொன்னை ஆதாரமா? தொன்னைக்கு நெய் ஆதாரமா?' என்ற தத்துவ ஆராய்ச்சியோடு அவர்கள் நிற்கவில்லை, எல்லாவற்றையும் கையால் செய்து கண்ணால் பார்த்து உண்மையைக் காணவேண்டும் என்ற கொள்கை பரவியது. அக்காலச் செய்காட்சிகள் எல்லாம் இரசவாதிகளின் செய்காட்சிகளே. உலகத்துப் பொருள் கள் எல்லாம் ஒரு சில அடிப்படைப் பொருள்களால் அமைந்தவையானால் ஒரு பொருளை மற்றொரு பொருளாக மாற்ற முடியுமா? இதே அவருடைய கேள்வி. செம்பைப் பொன்னாக்கலாகாதா என்பதே அவர்கள் முயற்சி.

இரசவாதம்

"உலர்ந்து குளிர்ந்து இருப்பது மண்; நனைந்து குளிர்ந்து இருப்பது நீர்; உலர்ந்து சுடுவது தீ; நனைந்து சுடுவது காற்று" என்ற கொள்கையே அரிஸ்டாடில் கொள்கை. இரசவாதிகளுக்கு இது போதவில்லை. "எரிய வைக்கும் பொருள் வேறு வேண்டும். ஒளிவிடும் பொருள்

வேறு வேண்டும். கரையும் பொருள் வேறு வேண்டும்'' என்று தோன்றியது. எரியவைப்பது, கந்தகம். ஒளிவிடுவது இரசம், கரைவது உப்பு என்று இவற்றையே இரசவாதிகள் சிறப்பாகப் பேசினர்கள். நம்நாட்டில் சித்தர்களும் இந்த வழியைப் பின்பற்றியவர்களே. ''முப்பு முடிந்தால் எல்லாம் முடியும். இரசத்தைக் கட்டினுல் எல்லாம் பொன்னும், அதுகொண்டு உடம்பு வயிரமாய் இருக்கப் பலநாள் வாழலாம்.'' என்று அவர்கள் நம்பி வந்தார்கள். இராசேசுவர வாதம் என்ற ஒரு கொள்கை சித்தர்களிடையே பரவிவந்தது. இரசவாதத்தால் சாவாமல் வாழும் சித்திபெறுவதே அவர்கள் நோக்கம். அவர்களுக்கு மருந்தே கடவுளாகத் தோன்றியது. இரசந்தான் சிவம்; அபிரேகந்தான் சக்தி. எல்லாப் பொருளும் இந்த இரண்டில் அடங்கிவிடுமாம். எல்லாச் சித்துகளும் இதில் விளையாடலாமாம், இந்த இரண்டினையும் நேரியல் மின்னி, எதிர் மின்னி என்று இந்நாளைய பேச்சில் பேசுவதோடு ஒப்பிடமுடியுமா? யார் அறிவார்? இங்கே சித்தர்கள் பொன் செய்வதனைப்பற்றிக் கூறும்போது ஒன்று சொல்லி இருக்கிருர்கள். இரசவாதத்திஞல் செய்யப்படும் பொன் 300 ஆண்டுகளுக்குமேல் இராது என்றனர். செயற்கைக் கதிர் வீச்சுப்பொன் நாம்செய்யும்போது அத்தனை நாட்கள் கூட இருக்கக்காணேம். இப்படி ஆராய்ந்துகொண்டே போகும்போது ''இவை எல்லாம் பௌதீக உலகத்தைப் பற்றிய கருத்தல்ல. ஆன்ம உலகத்தைப்பற்றிய கருத்துக்கள்'' எனத் தோன்றலாயிற்று. இரசவாதத்திற்குத் தத்துவார்த்தம் சொல்லத் தொடங்கினர். மற்ருெரு நன்மையும் வளர்ந்தது. அதுதான் மருத்துவக் கலையின் வளர்ச்சி. ''வாதங்கெட்டவன் வைத்தியன்'' (*one who fails in alchamy*) என்ற பழமொழி வழங்குகிறது.

இவர்கள் தொண்டு

வேதிக்கலையை வளர்த்தவர்களும் இவர்களே. இவர்கள் செய்த தொண்டு பெரியது. இவர்கள் சோம்பேறிகள் அல்லர். வெறுங்கனவு காண்பவரும் அல்லர். பட்டுடுத்துப் பளபள என மேனி மினுக்கித் தருக்கிச் செருக்கி இறுமாந்து நடந்தவர் அல்லர். தம் செய்காட்சியிலேயே கண்ணும் கருத்துமாக நின்று மெய்வருத்தம் பாராது பசி நோக்காது, எவ்வெவர் தீமையும் மேற்கொள்ளாது, கருமமே கண்ணுகி வாழ்ந்தனர். பொன்னும் வைரமும் இழைத்த மோதிரங்களுக்குள் தங்கள் விரலை இவர்கள் செருகவில்லை. கரியிலும், மண்ணிலும் அழுக்கிலும் செருகி மனங்கூசாது ஆராய்ந்தனர். கரியிலும், சுரங்கத்திலும், உலைக்களத்திலும், வேலைசெய்வார் போலத் தூசும் தும்புமாய், சேறும் கரியுமாய்க் கிடந்தார்கள். அழகிய முகத்தைக் காட்டியோ, நகத்திலும் அழுக்கில்லை என்று பேசியோ இவர்கள் பெருமை பாராட்டிக் கொள்ளவில்லை. இவ்வாறு இவர்களை நேரிற்கண்ட பெரியார் ஒருவர் எழுதி வைத்துள்ளார்.

முடிந்தார்

இரசவாதத்தால் பொன் செய்தார்களோ இல்லையோ, பொன்செய்யும் பேச்சும் நம்பிக்கையும் எங்கும் பரவியது. பணம் என்ருல் பிணமும் வாயைத்திறக்கும் அன்ருே? ஆசைப் பேய்பிடித்த அரசர்களும் செல்வர்களும் இவர்களைப் பாராட்டி உதவி வந்தார்கள். சிலபோது ஏமாந்தனர். சும்மா விடுவார்களோ? கழுவிலேற்றி வஞ்சத்தைத் தீர்த்துக்கொண்டார்கள். ஆங்கிலநாட்டில் கடைசி இரசவாதியின் முடிவு ஒரு துன்ப இயல் நாடகமாக விளங்கு

இறது. ஜேம்ஸ் ப்ரைஸ் (*James Price*) என்பவர் இங்கிலாந்தில் எழுந்த அரசியல் விஞ்ஞானக்கழக உறுப்பினர். மூன்றும் ஜார்ஜ் மன்னர் காலத்தில் வாழ்ந்தவர்; பழைய இரசவாதிகள் பரம்பரையில் மேலைநாட்டில் கடைசியாகத் தோன்றியவர் இவரே எனலாம். "பொன் செய்யமுடியும்" என்று இவர் பேசிவந்தார். புதிய விஞ்ஞானம் இதற்குள் பிறந்து வளரத் தொடங்கிவிட்டது. "செய்து காட்டு" என்று தொந்தரவு செய்வதுதானே புதிய விஞ்ஞானம்! "இந்தப் புதிய ஆட்கள் சும்மா விடமாட்டார்கள்" என்று தோன்றியதும் செய்து காட்டுவதாக முன்வந்தார். எல்லோரும் ஒருங்குகூடினர். இவர் ஒருசிறு குப்பியை மடியில் இருந்து எடுத்தார், குடித்தார், விழுந்து மடிந்தார். பழைய இரசவாதம் இதோடு முடிந்தது. புதிய இரசவாதமோ அணுக்குண்டாகவே வளர்ந்து உள்ளது. இந்த வளர்ச்சியையே இனிப் பார்க்கவேண்டும். எல்லார் ஆராய்ச்சியும் வெறும் ஊகமாகவே முடிந்த காலம் உண்டு. அந்தக் காலத்தைப்பற்றித்தான் இதுவரையிலும் பேசிவந்தோம்.

செய்காட்சி உலகம் பிறக்கின்றது

அப்போதும் சிற்சிலர் செய்காட்சியின் பெருமையை வற்புறுத்தி வந்தனர். இந்தியாவிற் பிறந்த எண்கள் அரேபியர் வழியே ஐரோப்பா சென்று உலகம் முழுதும் பரவிய கதை பழங்கதையேயாம். இப்படிப் பல கருத்துக்களை இந்தியாவில் இருந்து அரேபியர் உலகில் பரப்பினார்கள். கிரேக்க நாகரிகம் அழிந்த பின்னர் அரேபியர் கிரேக்க நூல்களைக்கற்று ஆராய்ந்தனர். வெற்றி பெற்று ஐரோப்பாவில் இவர்கள் பரவியபோது இவர்களது ஆராய்ச்சியும் உலகில் பரவியது. இவர்கள் ஐரோப்பியரைப்போல அரிஸ்டாடிலுக்கு அடிமையாகவில்லை, மேலை

நாட்டில் கிளைக்காற்று அரேபியர் வழியே வீசியபோது உரிமையோடு ஆராய்ந்து பார்க்கும் மனப்பான்மை பிறந்தது. சொன்னதனை நம்பாமல், " அது உண்மையா?" எனச் செய்துபார்க்கும் உறுதி வந்தது. செய்காட்சி (*Experiment*) என்றால் இப்படி அவர் அவர்கள் தாம் தாமாகச் செய்து காண்பதல்லவா? இந்த அரேபியர் முறைகளை ரோஜர்பேகன் (*Roger Bacon*) என்றவர் புகழ்ந்துள்ளார். இவர் பதின்மூன்றாம் நூற்றாண்டில் (*1214—1294*) வாழ்ந்த ஆங்கிலேயர். அந்த நாளிலேயே அதாவது ஏழு நூற்றாண்டுகளுக்கு முன்பே விஞ்ஞான முறையின் அடிப்படையை இப்பெரியார் விளக்கியுள்ளார். "ஆராய்வதற்கு இரண்டு முறைகள் உண்டு. ஒன்று தர்க்கம்; மற்றொன்று செய்காட்சி. தர்க்கம் போதாது. அனுபவம் போதியதல்லவா ? அனுபவத்தினைத் தருவதே செய்காட்சி. செய்காட்சி செய்து கண்டபின் கண்டதனைக் கணக்கிட்டு உண்மை காணவேண்டும். செய்திகளை இவ்வாறு அறிந்தால்மட்டும் போதாது. இவற்றிடையே விளங்கும் நியதியை — ஒருமைப்பாட்டினை — காரண காரியத் தொடர்பினை — விளக்கவேண்டும். அப்போது தான் அது விஞ்ஞானமாகும்" என்று அவர் கூறியுள்ளார் இவருக்குப் பின் பதினைந்தாம் நூற்றாண்டில் வாழ்ந்த லியனார்டிவின்சி (*Leonardivinci 1452—1519*) என்ற இத்தாலியப் பேரறிஞரும் செய்காட்சியின் பெருமையை அறிந்து இருந்தார். "இயற்கையின் தந்திரங்களான சிக்கல்களை முடிச்சு அவிழ்த்து அவிழ்த்துத் தெளிவாக விளக்கிவைப்பது செய்காட்சியேயாம். நாம் எதிர்பார்ப்பதுபோல எதனையும் நம்பி வாதம் செய்து முடிவு கட்டிவிடுவோம். ஆனால், செய்காட்சியோ இயற்கையின் உண்மை நிலையைப் பின்பற்றிப் போகுமேயன்றி நம்

விருப்பப்படி வாராது. நம் முடிவுகள் பொய்த்துப் போவதுபோலச் செய்காட்சி பொய்த்துப் போவதில்லை'' என்று அவர் எழுதிவைத்துள்ளார்.

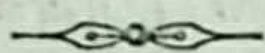
புது உலகில் பழைய அணு

இந்தக் கருத்துக்கள் அப்போதே வெளியிடப்பட்டு இருந்தாலும் இவற்றை உணரக்கூடிய ஆற்றல் அந்நாளைய மக்களுக்கு இல்லை. ஆதலின் இவையெல்லாம் விழலுக்கு இறைத்த நீராய்ப்போயின! ஆனல், உலகம் மாறத் தொடங்கியது. புதிய புதிய நாடுகள் தெரியலாயின. உலகம் பெரிதாகி . வந்தது. பழைய நூல்களும் புதியன புதியனவாக வெளிவரலாயின. அறிவும் அகன்று பரந்து ஓங்கியது. ப்ருனே (*Bruno*) போன்ருர் தன் விஞ்ஞானக் கோள்கைக்காக உயிரைவிடத் துணிந்தனர்; எரிந்து சாம்ப ராயினர். சமயக்கொள்கையில் புரட்சி (*Reformation*) ஒன்று தோன்றியது; இதன் பயனுக விஞ்ஞானம் வளரவே தொடங்கியது. அச்சு நூல்கள் பல பல வெளி வந்து உலகம் பரவின. ஆங்கில நாட்டுப் பெரியாரான பேகன் (*Bacon*) என்பவர் விஞ்ஞான முறையை விளக்கி வற்புறுத்தித் தெளிவாக்கினுர். காற்று அமுங்குவது கண்டு ஜடப்பொருள்கள் எல்லாம் வெட்ட வெளியில் கிடக்கும் அாசுகளால் அமைந்தவையே என்று முடிவு கட்டினுர் நியூடன் (*Newton*) என்ற விஞ்ஞானச் சக்ரவர்த்தியும் 17 வது நூற்ருண்டில் இத்தகைய கொள்கையையே பின் பற்றினுர். "கடவுள் ஜடப்பொருளை எப்படிப் படைத்தார் என்று தோன்றுகிறது? தூசுகளாகவே — கெட்டி யான, திண்ணிய, உள்ளே ஒன்றும் ஊடுருவமுடியாத, பொருண்மை மிக்க, இயங்கிக்கொண்டே இருக்கின்ற —

தூசுகளாகவே – படைத்தார் என்று தோன்றுகிறது. இந்தத் தூசுகள் கூடிக் கலப்பதால் பொருள்கள் எழு கின்றன. இந்தப் பொருள்கள் எல்லாவற்றையும்விட இந்தத்தூசு மிக மிகக் கெட்டியானது. இதனைப்பிளக்கவே முடியாது. கடவுள் படைக்கும்போது ஒன்ருகப் படைத்த இத்தூசினை யார்தான் பிளக்கக் கூடும்?'' இந்தக் கருத்துப் படத் தம்முடைய நூலில் எழுதிச் சென்றுள்ளார்.

---

19. பூத்துக் காய்த்துப் பழுக்கிறது



காணாத உலகப்பழஞ்சாறு

அணுவினைப்பற்றி முன்னெல்லாம் முடிவுகள் பல கூறினர். ஆனால் அவையெல்லாம் வெறும் யூகங்களாம். பழையகாலத்தில் மக்களுக்குப் பொதுவாகப் பொருள்களைப்பற்றி மேல்வாரியான அறிவே இருந்துவந்தது. பூதக் கண்ணாடி வந்ததும் கண்ணுக்குப் புலனாகாதவையெல்லாம் கண்ணுக்குப் புலனாயின. தொலைநோக்கியின் வழியே வெறுங்கண்ணுக்குப் புலனாகாத வான்மீன்கள் நன்றாகத் தெரியலாயின. ஊகத்தோடு நில்லாமல் காணாதவற்றைக் காணும் கண்ணும் மக்கள் பெற்றனர். வெறுங்கண்ணுக்குப் புலனாகாத உலகம் ஒன்று உண்டு என்ற நம்பிக்கை உறுதிபெற்றது. நாம் இயற்றும் கருவிகட்குப் படிப் படியாக அந்த உலகம் புலனாகும் என்ற நம்பிக்கையும் உடன் வளர்ந்துவந்தது. அந்த நம்பிக்கையோடு காணாத உலகக் காட்சி அனுபவமும் வளர்ந்து வந்தது. இன்று காணமுடியாத அணுவை ஒருநாள் காணமுடியும் என்ற ஊக்கமும் பிறந்தது. பொருளைப் பிரித்துக்கொண்டே போனால் மேலும் பிரிக்கமுடியாத பகுதியே அணுவாம். இந்த அணுக்கள் ஒன்றோடு ஒன்று ஒற்றிக்கிடப்பதற்கு இவற்றை ஒற்றவைக்கும் வேறு ஒரு பொருள் உலகில் இருக்கவேண்டும் எனப் பலர் சென்ற நூற்றாண்டுவரை எண்ணிவந்தனர். இவ்வாறு அணுக்களை ஒன்றுபடுத்துவது சூடே என்று அவர்கள் நம்பிவந்தனர். "சூடு" என்பது

ஒரு பொருள் என்பதே அவர்களுடைய கொள்கை. அவர்கள் கருத்துப்படி அது ஒரு ஓடிப்பொருளாம். (*Fluid-a liquid*). அணுக்களிடையே இந்த ஓடிப்பொருள் நிரம்பியுள்ளதனைப் பழச்சாறு போலப் பிழிந்து எடுக்கலாம் என்று அவர்கள் கூறினர். "எரிவதற்குப் பயன்படும் பொருள் தனியே வேறு உண்டு" என்றும் அவர்கள் கருதினர். இத்தகைய கருத்துக்கள் மக்களிடையே பரவி அவர்கள் அறிவை அடிமைப்படுத்தியதால் பேரறிஞர்களும் உண்மை அறியாமல் பலமுறை ஏமாந்துபோனார்கள்.

அடிப்பொருளும் கலவையும்

ராபர்ட் பாயில் (*Robert Boyle*) என்பவர் வேதி நூலின் தந்தை என்று பாராட்டப்பெறுபவர். தனிப் பொருள் அல்லது அடிப்படைப் பொருள் (*Elements*) கலவைப்பொருள் (*compounds*) என்ற வேற்றுமையை முதல்முதல் அந்நாளில் தெளிவாக்கியபெருமை இவருக்கே உண்டு. ஒரு பொருளைப் பல்வேறு பொருளாகப் பிரிக்க முடியுமானால் அதனைத் தனிப்பொருள் என்று கூறுவதற்கு இடமில்லை. தனிப்பொருள், அடிப்படைப்பொருள், அடிப் பொருள், மூலப்பொருள் என்றால் என்ன? வேறு பொருளால் ஆகாது—பிற கலவைப் பொருள்களில் அடிப்படையாவது என்றே கருத்தாம். கலவைப் பொருள்களை இந்த அடிப்படைப் பொருள்களாகப் பிரிக்கலாம் என்று இவர் கூறினர். ஆனால், இவரும் சூடு என்பது ஒரு தனிப் பொருளே என்று கருதி மயங்கினர். இரசவாதம் முதலியவற்றை எள்ளி நகையாடி வேதி ஆராய்ச்சிக்கு வழிசெய்த பெரியார் இவரே எனலாம். செல்வக் குடியில் பிறந்தும் அறிவு ஆராய்ச்சியில் ஈடுபட்டு வீணே காலத்தைக் கழிக்கும் பிறசெல்வர்களுக்கு என்றென்றும் சிறந்தவழிகாட்டும் அறிஞராக விளங்கினர்.

குடியரசினைப் புகழ்ந்தும் குடிகளால் கெட்டார்

ப்ரீஸ்டிலி (*Joseph Priestly*) என்பவர் ஆக்ஸிஜனைத் தனியே பிரித்த பெரியாராம். ஏழுவயதிலேயே தாயாரை இழந்தார்; வறுமையைச் சுவைத்தார்; அதனோடு போராடி உயர்ந்தார்; ஆசிரியராய் விளங்கினார்; இயற்கையினுள்ளே நுழைந்துபார்த்து உண்மையைக் காணும் உறுதியும் பெற்றார். சோடாநீரைக் குடிக்கும்போதெல்லாம் அவருக்கு நன்றிசெலுத்தக் கடப்பாடுடையோம். இரசசெந்தூரத்திலிருந்து (*Red-Oxide of mercury*) உயிரியம் அல்லது பிராணவாயு என்கிற ஆக்ஸிஜனைப் பிரித்து எடுத்தார். அதற்குள்ளே சுண்டெலியை மூடிவைத்தார். மூடிய பொருளுக்குள் கால்மணிநேரமே வாழக்கூடிய சுண்டெலி இந்த ஆவியில் அரைமணிநேரம் மூடப்பெற்ற பின்னும் உயிர்வாழ்ந்து ஓடியதாம். இவரே அந்த ஆவியை முகர்ந்து பார்த்தார். முகர்ந்ததும் "எதனையும் எளிதாகச் செய்யக் கூடும்" என்பதோர் உணர்ச்சிவந்ததனை உணர்ந்தார். இருந்தாலும் பொருள்கள் எரிவதற்கு உதவுவது எரிபொருள் (*Phlogiston*) ஒன்று உண்டென நம்பினார். அந்த எரிபொருளில் பிழிந்து எடுத்த காற்றே இரசசெந்தூரத்திலிருந்து இவர் பிரித்து எடுத்த ஆவி என்று நம்பினார். புதியதோர் ஆவியினைக் கண்டுபிடித்ததாக இவருக்கே தோன்றவில்லை. எரிபொருள் என்ற இல்லாத பொருளில் இருந்த அந்தநாளைய மூடநம்பிக்கையின்பயனே இது. பிரெஞ்சுநாட்டில் குடிமக்கள் தங்கள் அரசனை ஓட்டிக் குடியரசாட்சி நிலைநாட்டியதனைக் கண்டார். "தம்போல் வறியரான பொதுமக்களுக்கு நல்லகாலம் பிறந்தது எனப் புரட்சிக்கொள்கையினைப் பாராட்டினார். இவர் வாழ்ந்த லீட்ஸ் (*Leeds*) நகரத்தார் இவருடைய

புரட்சிக்கொள்கையைப் பொறுக்கமாட்டாது இவருடைய வீட்டையே கொளுத்திச் சாம்பலாக்கினர். விஞ்ஞான ஆராய்ச்சிக்கு ஏற்படும் இன்னல்களை என்னென்பது. "தலை தப்பியது தம்பிரான் புண்ணியம்" என இவர் அமெரிக்காபோய்ச் சேர்ந்தார். தன் பிள்ளை என்று அறியாமலே உயிரியத்தை உலகினுக்குப் பெற்றுக் கொடுத்த இந்த அறிஞர் இவ்வாறு ஊரைவிட்டு ஓட வேண்டியதாயிற்று. அல்லலுக்கு இடையே ஆராய்ச்சி ஏது? ஆராய்ச்சிகள் செய்வதற்கும் இடங்கொடாத உலகம் ஒன்று உண்டு என்பதனை நாம் மறத்தலாகாது.

விஞ்ஞானிக்கு இங்கு வேலை இல்லை

இவர் கண்ட ஆக்ஸிஜன் ஒரு புதிய ஆவியே என எடுத்துக்காட்டிய பெருமை லாவூசியர் (*Lavousier*) என்பார்க்கு உண்டு. எரிபொருளைப்பற்றிய மூடநம்பிக்கையை உலகத்தில் இருந்து ஓட்டிய பெருமையும் இவருக்கு உண்டு. எல்லாவற்றையும் எடை இட்டு நுட்பமாகக் கணக்கிடும் வேதி அளவு ஆராய்ச்சிமுறையை நிலைநாட்டியபெருமையும் இவருக்கு உண்டு. இந்த ஆராய்ச்சிகளின் பயனாகத் தம்நாளில் தெரிந்திருந்த 33 அடிப்பொருள்களை வரிசைப் படுத்திய பட்டியல் ஒன்றினை இவர் வெளிப்படுத்தினர். "பொருள் ஒன்று மற்றொன்றாக மாறுமேயன்றி அடியோடு அழிவது என்றும் இல்லை" என்று கூறும் பொருண்மை மாறாச் சட்டத்தினை (*Conservation of Mass*) இவரே வெளிப்படுத்தினர். ஆனால், இவர் செல்வர்கள் கூட்டத்தைச் சேர்ந்தவர். மக்களிடம் வரி வாங்கும் உரிமையைப் பிரஞ்சு அரசர் இத்தகைய செல்வர்களுக்கு விற்றுவிடுவது வழக்கம். வரி வாங்கும் கூட்டத்தினரை மக்கள் பழிப்பதும் இயல்பே. போர் வீரர்களுக்குப் புகையிலைகொடுக்க

ஒப்புக்கொண்டு அதற்காகப் பிரஞ்சு துரைத்தனத்தா ரிடம் பணம் பெற்று வந்தார் இவர். எடைக்கு ஏற்பப் பணம்பெற வேண்டுதலின் நிறுத்து அளந்து கற்ற வேதி ஆராய்ச்சி அறிவினைப் பயன்படுத்திப் புகையிலையில் தண்ணீர் ஊற்றி எடையை மிகுதியாகக் காட்டி இவர் பணம் பறித்து வந்தார். அறிவிற்கும் ஒழுக்கத்திற்கும் எவ்வளவோ தொலைவு அன்றோ? இவர் அறிவினை அறிய மக்களுக்கு அறிவு இல்லை. இவர் வஞ்சனையை அறியவோ இவருடைய புகையிலையே வழிகாட்டியது. வயிறு எரிந்த மக்கள் பிரெஞ்சுப் புரட்சியின்போது இவரைக் கொன் றனர். விஞ்ஞானி ஆதலின் இவரைக் கொல்லலாகாது என்று சிலர் கூறியபோது "பிரெஞ்சுக் குடியரசில் விஞ் ஞானிகளுக்கு வேலை இல்லை" என்று கொலைக் கூட்டத் தார் கூறியதுதான் வியப்பு. பின் பிரான்சுக்கு நேர்ந்த நெருக்கடியான நிலையில் — பிரான்சு ஈடுபட்ட போர் களில் — தம் வேதி ஆராய்ச்சியின் பயனாகத் தம் நாட்டுக்கு இவர் எவ்வளவோ உதவிசெய்து இருக்கக்கூடும். ஆனால், நம் விருப்பத்தினை அறிந்தா உலகம் இயங்குகிறது? எத் தனையோ ஆண்டுகள் வேதி ஆராய்ச்சியில் ஊறிப்பழுத்த தலை, ஒரு விநாடியில் வெறியர் எதிரிலே வீழ்ந்து உருண் டது. ஆனால், அத்தகைய தலை வேதி ஆராய்ச்சி உலகில் மேலெழுந்து ஓங்க ஒரு நூறு ஆண்டேனும் வேண்டும் அன்றோ? அறிவு உலகின் உண்மையைக் கண்டறிந்து வெளியிடக்கூடிய ஒரு பேரறிஞர் வாழ்க்கைமுறைக் கோளாறாலும் அரசியல் குழப்பத்தாலும் உலகைப் பொன் னாக்க முயலாது புகையிலையை நீராக்கித் தம் உடலை வீணே மண்ணாக்கி அழிந்து ஒழிந்த அலங்கோலத்தை என்னென்பது?

அணு ஆராய்ச்சி வேண்டாம்

ஊகமே நிறைந்த உலகத்திலிருந்து செய்காட்சி உலகத்திற்குப் படிப்படியாகச் செல்லவேண்டி இருக்கிறது. டெமாக்ரீடஸ் (*Democritus*) பொருள்கள் எல்லாம் அணுவே என்றார். அனெக்ஸகோரஸ் (*anexogoras*) என்பாரோ அணுவே இல்லை என்றார். இது பேச்சுச் சண்டையே யன்றிச் செய்காட்சி நிலயத்தில் நடக்கும் ஆராய்ச்சியில் கண்ட உண்மையைப்பற்றிய தருக்கமே அல்ல. அவர் ஒன்று சொன்னாரே என்று இவர் வேறு ஒன்று சொல்லுவது உலகில் பலமுறையும் நிகழ்வதொன்றேயாம். இந்தப் பேச்சுச் சண்டையைக் கண்ட ஜான் ஆடம்ஸ் (*John Adams*) என்பவர் அணுவாராய்ச்சியே வேண்டாம் என்று சொன்னதில் வியப்பு ஒன்றும் இல்லை. வேதிப் புலவர்களுக்கு அவர் பேசிய பேச்சினைக் கேளுங்கள்: "வேதிப் புலவர்களே! தளரா ஊக்கத்தினோடும் விடாப் பெருமுயற்சியோடும் உங்கள் ஆராய்ச்சியினைச் செய்து வாருங்கள், எங்களுக்குச் சிறந்த அப்பம், வெண்ணெய், ஆடை, வீரபானம், வீடு, கப்பல், பூந்தோட்டம், பழத்தோப்பு, கதிர் வயல் முதலிய அனைத்தினையும் ஆராய்ந்து, திருத்தி அமைத்து உதவுங்கள். நல்லவகையில் சமையல்செய்யும் ஆட்களையும், அழகிய உடைகளைத் தைக்கும் ஆட்களையும், சிறந்தவகையில் பயிற்றி நீங்கள் தரவேண்டும் என்று சொல்லவேண்டுமா? உங்களுடைய ஆராய்ச்சிகள் தட்டிமுட்டி அடிப்படையான உண்மையை வெளிப்படுத்துமானால் மகிழ்ந்து களித்துக் "கண்டேன்' 'கண்டேன்" என்று பாடி ஆடுங்கள். ஆனால், ஜடப் பொருளின் மூலகாரணமாம் ஆதி நுட்பத் துகள்களை— அணுக்களைக் கண்டு பிடிக்கும் நோக்கத்தோடோ, நம்பிக்கையோடோ எந்தச் செய்காட்சியையும் அமைக்க

வேண்டாம். இதனை உங்களுக்கு மூடமந்திரமாகக் கூறு கின்றேன். வெளியே சொன்னால் என்னை வெறியன் என்று இகழ்வார்கள்".

மூன்று சட்டங்கள்

ஆனால் மக்களது கூரியமூளை இவ்வாறு ஆராயாது தூங்கிக் கிடக்குமா? டால்டன் என்ற பெரியார் அணுக் கொள்கையை நிலைநாட்டினர் எனலாம். இவர் பல்கலைக் கழகப் பேராசிரியர் அல்லர். அந்நாளில் பல்கலைக் கழகத்தில் இத்தகையாருக்கு இடம் இல்லை, விஞ்ஞான ஆராய்ச்சி எல்லாம் வெளியேதான் நடந்துவந்தது. இவர் ஒரு பள்ளிக் கூடத்தில் ஆசிரியராக இருந்துவந்தார். ஓய்ந்தபோ தெல்லாம் வேதி ஆராய்ச்சிதான் இவருடைய பொழுது போக்கு, மூலை முடுக்கிலுள்ள சதுப்பு நிலங்களில்போய்க் குப்புறப் படுத்துக்கிடந்து அங்கே எழும் சதுப்புநில ஆவியை (*Marsh gas*)க் கண்ணாடிக் குப்பியில் திரட்டி வருவதுபோன்ற பல ஆராய்ச்சிகளைச் செய்துவந்தார். சில செய்காட்சிகளின் பயனாக அணுக்கொள்கையை உரு வாக்கினர். இவருக்கு முன்பாக ப்ரௌஸ்ட் (*Proust*) என்பவர் இயற்கையில் காணப்பெறும் வரையறை விதச் சட்டம் (*Law of definite proportions*) ஒன்றனைக் கண்டார். ஒரேவகையான கலவையில் கலக்கும் பொருள் கள் எப்போதும் ஒரே விதத்தில்தான் கலக்கின்றன என்று அவர் கண்டார். தண்ணீரில் நீரியம் என்கின்ற ஹைட் ரஜனும், உயிரியம் என்கின்ற ஆக்ஸிஜனும் கலவையாகி நிற்கின்றன. தண்ணீர் என்றால் இவை இரண்டும் எப் போதும் ஒரே விதத்தில்தான் கலந்து இருக்கின்றன. ஹைட்ரஜன் 2 கிராம் என்றால் ஆக்ஸிஜன் 16 கிராம் இருக்கும். இதே விதத்தில்தான் இவை எந்தத் தண்ணீரி லும் இருக்கக் காணலாம். டால்டன் என்றவர் அடுத்த

படியாகப் பெருக்கிவிதச்சட்டம் என்ற இயற்கை நியதியை (*Law of Multiple proportions*) விளக்கினர். ஒரே வகையான அடிப்பொருள் (*Element*) பலவகைப் பொருள்களோடு பலவகைக் கலவைகளாகக் கலந்துவரலாம்; அங்கெல்லாம் அந்த அடிப்பொருளின் எடை ஒவ்வொரு கலவையிலும் மேற்சொன்ன சட்டப்படி ஒவ்வொருவகையாக இருக்கும். பல பொருள்களோடு வரும்போது பலவகை வீதத்தில் வரும். ஆனல், பல கலவையிலும் வரும் அந்த அடிப்பொருளின் வெவ்வேறு எடைகளேயும் ஆராய்ந்து பார்த்தால் ஒரு உண்மை வெளியாகிறது. ஒரு அடிப்படை எடையினை ஒன்ருலோ இரண்டாலோ அல்லது வேறு முழு எண்ணுலோ பெருக்கிவந்த தொகையாகவே அந்த எண் இருக்கும். இப்படி அல்லாமல் அந்த அடிப்படை எண்ணின் பின்னமாக இருக்கவே இராது. இதுதான் இவர் கண்ட புதுமை. கீழே பலவகைக் கலவைகளில் காணப்படும் அடிப்பொருள்களின் எடைகளை ஆராய்ந்து பார்த்தால் இந்த உண்மை தெளிவாகும்.

		இதில் ஆக்சிஜன்	ஹைட்ரஜன்
1	ஹைட்ரஜன் பெர்ஆக்சைட் *Hydrogen peroxide*	16 கிராம்	1 கிராம்
	தண்ணீர்	16 கிராம்	2 கிராம்

இங்கே ஒன்றை இரண்டால் பெருக்கிய தொகையே ஹைட்ரஜன் எடையாகத் தண்ணீரில் வருவது காண்க.

இரும்பு காந்தக் கலவைகள்:—

		இரும்பு	கந்தகம்
2	பெரஸ் சல்பைட்டு *Ferrous sulphite*	56 கிராம்	32 கிராம்
	அயன் பைரட்டு *(Iron pyrite)*	56 கிராம்	64 கிராம் (2 x 32)

இரும்புத் துரு மூன்று வகைக் கலவையாகும்:—

		இரும்பு	ஆக்சிஜன்
3	பைரோ போரிக் ஆக்சைடு *(Pyrophoric oxide)*	56 கிராம்	16 (1 x 16)
	சிவப்பு இரும்புத்துரு *Red oxide of iron)*	(2 x 56) = 112 கிராம்	(3 x 16) = 48 கிராம்
	(கருப்புத்துரு *Black oxide of iron)*	(3 x 56) = 168 கிராம்	(4 x 16) = 64 கிராம்

ஆக்சிஜன் எடையும் இரும்பின் எடையும் இங்கு எல்லாம் அவற்றின் அடிப்படை எடைகளின் (56, 16) பெருக்குத் தொகையாக இருப்பதை அங்கங்கேயே காணலாம்,

கரியும் ஹைட்ரஜனும் கலந்த கலவையையே டால்டன் சிறப்பாக ஆராய்ந்தார்.

		கரி	ஹைட்ரஜன்	பெயர்
4	அசிடலீன் *acetalene*	12 கிராம்	1 கிராம்	C. H
	இதிலீன் *(Ethelene)*	12 ,,	2 (2 x 1)	$C. H_2$
	மிதீன் *Methene*	12 ,,	2 (4 x 1)	$C. H_4$

இங்கெல்லாம் என்ன காண்கிறோம்? ஒவ்வொரு அடிப் பொருளுக்கும் தனித்தனியாக அடிப்படை எடை இருக்கக் காண்கிறோம். அந்த அணு எடையே மந்திர எண்ணாகத் திரும்பித் திரும்பி வருகிறது, ஒவ்வொரு தனிப்பொருளின் எடையையும் தனித்தனியே ஒவ்வொரு எண்ணாகக் குறிப் பிடலாம். அல்லது அதனை முழு எண்ணால் பெருக்கிய தொகையால் குறிப்பிடலாம். இரும்பின் எடை 56 ஆக வரலாம். அதனை முழு எண்ணால் பெருக்கிய (2×56) 112, (3×56) 168 ஆகவும் வரலாம். இந்த உண்மையைக்

கலவை வீதச் சட்டம் என அறிஞர் விளக்குவர் (*Law of combining proportions.*) ஒவ்வொரு தனிப் பொருளுக்கும் ஒவ்வொரு தொலைபேசி எண் (*Telephoue number*) உண்டு. அதனைக் கூப்பிட அந்த எண்ணையே பயன்படுத்த வேண்டும். அப்பொழுதும் கேட்கவில்லையானால் தொலை பேசியில் என்ன செய்வோம்? இரண்டுமுறை மூன்று முறை நான்கு முறை அந்த எண்ணையே திருப்பித் திருப்பிக் கூப்பிடுவோம். அதுபோல அல்லவா இருக்கின்றது இங்கு நாம் காண்கின்றமுறை?

மனிதன் காணும் ஒழுங்கு

இதுவரை கூறியவை இயற்கை நியதிச் சட்டங்கள். "இவை ஏன் இப்படி இருக்கவேண்டும்?" என முதலில் விளங்கவில்லை. இதனை விளக்க ஒரு கொள்கையைக் கண்டார் டால்டன். உலகம் பல தனிப் பொருள்களால்ஆயது. ஒவ்வொரு பொருளும் அணுக்களின் கூட்டமேயாம். ஒவ்வொரு தனிப்பொருளுக்கும் தனி எடை உண்டு. அதுவே அதனது அணுவின் எடையாம். எடைமிகுந்து காட்டுமானால் இரண்டு அணு, மூன்று அணு சேர்ந்து இருக்கும் என்பது தெரிகிறது. இங்கே பின்னக் கணக்கு இல்லை. ஆதலின் அணுக்கள் ஒன்றோடொன்று சேர்ந்து கலவைப்பொருளாக அமையும்போது முழுமுழு அணுவாகவே சேருகின்றன. மூளியாக அரைகுறையாகச் சேருவதில்லை. இதனாலேயே அணுவினைப் பிரிக்கமுடியாது என்று கூற வேண்டும். மேலே கூறிய கலவைக் கணக்கு எல்லாம் இந்தக் கொள்கையின்படி சரியாக வருகின்றன. எடையை இரண்டு, மூன்று, நான்கு எனப் பெருக்கியது ஏன்? 2 அணு, 3 அணு, 4 அணு எனச் சேர்ந்ததால் அப்படிப்

பெருக்க வேண்டியதாயிற்று. $C.H^1$ $C.H^2$ $C.H^4$ என்றவற்றைக்காண்க, இதனுல்தான் தொலைபேசி அல்லது டெலிபோன் எண்ணை ஒருமுறை, இருமுறை, மும்முறை கூப்பிட வேண்டியதாயிற்று. இந்த எண் ஒவ்வொன்றும் அந்த அந்த அணுவுக்குச் சிறப்பாகிய எடையாக விளங்குகிறது. வெறும் ஊகமாகப் பல ஆண்டுகளாக நம்பப்பெற்று வந்ததனைச் செய்காட்சி நிலையத்தில் கண்ட இயற்கை நியதிகளோடு ஒப்பிட்டுப் பார்த்து விஞ்ஞானிகள் ஒப்புக் கொள்ளக்கூடிய கொள்கையாக டால்டன் நிலைநாட்ட வந்தார்.

சட்டமும் கொள்கையும்

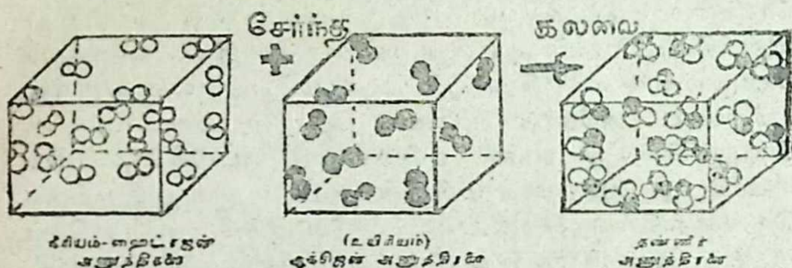
டால்டன் கூறியது ஒரு கொள்கைதான். அது இயற்கை நியதியைக் குறிக்கும் சட்டமன்று. விஞ்ஞானம் முன்னேறும் போக்கினைச் சட்டத்திற்கும் கொள்கைக்கும் உள்ள வேற்றுமைகொண்டு அறியலாம். முதலில் இயற்கை நிகழ்ச்சி ஒன்றினைக் காண்கிறோம். இரும்பு துருப் பிடிக்கிறது. அதனை அறியவேண்டும் என நமக்கு விருப்பம் உண்டாகிறது. பிற பொருள்களும் துரு பிடிக்கிறதைக் காண்கிறோம். உலகிலே இது பொதுவான நிகழ்ச்சி என்றதும் நமக்கு ஓர் ஆறுதல் பிறக்கிறது. "தனிப்பட்ட நிகழ்ச்சி, பிறிது எங்கும் காணுத நிகழ்ச்சி" என்ருல்தான் மனம் ஊசலாடுகிறது. காட்டில் வாழ்ந்தபோது தன் சுற்றுப்புறச் சூழலில் வேற்றுமை கண்டபோதெல்லாம், புலியாலோ, பிற விலங்குகளாலோ, இடியாலோ, மழையாலோ தன் உயிர்க்கே இடையூறு வருவதுபோல் இக்கட்டு வருவதனைகக்ண்ட பழக்கத்தால் பொதுமைக்கு மாருகப் புதுமை காணும்போது எல்லாம் மனிதன் இன்றும் நடு நடுங்குகின்ருன், "எங்கும் நிகழும் பொது நிகழ்ச்சியே"

என்று அறிந்ததும் ஆறுதல் அடைகின்றான். அறிவுள்ள மனிதனுக்கு அந்தப் பொது நிகழ்ச்சியின் இயல்பையும் அறியவேண்டும்'' என அறிவுத்தினவு எழுகின்றது. துருப்பிடித்த இடத்தில் எல்லாம் எடை மிகுந்துவரக் கண்டு, அது அங்கே காற்றிலிருந்தோ பிறஇடத்திலிருந்தோ உயிரியம் வந்து உள்ளே நுழைந்தால்'' என அறிந்ததும் ஒரு மகிழ்ச்சி பிறக்கிறது. "துருப் பிடிப்பதை இப்போது விளக்கிவிட்டோம்'' என்ற மகிழ்ச்சியே இது. விளக்கம் என்றால் என்ன? "இது இப்படி நிகழ்கிறது'' என விளக்கு வதேயாம். அதோடு நம்மனம் ஆறுதல் அடைவதில்லை. மேலும் சென்று, ஏன்? ஏன்? எனக் கேட்டுக்கொண்டே கிடக்கிறது. இதற்காக முன்பின் ஆழம் அறியாத இயற்கை வெள்ளத்தில் குதித்துக் குளிக்கவேண்டும். என்னசெய் வது? "பொதுவாக இந்தநிலையில் எவ்வாறு இருக்கலாம்'' என எண்ணிப் பார்ப்பதே வழக்கம், அறிந்தவற்றை எல்லாம் விளக்கிவைக்கும் முடிவே சரியான கொள்கை. அந்தக் கொள்கைப்படி அனைத்தும் நிகழுமானால் இயற்கை நியதியாம் சட்டம் என உயர்த்திக்கூறுவர். இன்று இயற்கை நியதியாக அணுவின் இயல்புகளைக்கொண்டு விளக்குகிறோம் அன்றோ? டால்டன் ஒரு கொள்கையாகவே அதனை விளக்கினார்.

அணுத் திரளை

அணு பிரியாதது என்று சொல்லியதில் சில இடங் களில் ஓர் இடர்ப்பாடு தோன்றியது. தண்ணீரில் இரண்டு அளவு நீரியமும், ஓர் அளவு உயிரியமும் கலக்கிறது எனக் கண்டனர் அறிஞர். கலந்தவுடன் இரண்டளவு தண்ணீர் தோன்றக் காண்கிறோம். இரண்டு நீரிய அணுவும் ஒரு உயிரிய அணுவோடு சேரும் என்றால் ஒவ்வோர் நீரிய அணுவும் பாதி உயிரிய அணு சேரும் என்றல்லவா

முடியும். "பாதி அணு அரை அணு" என்று பேசும் போது பிரியாத அணுவென்று எவ்வாறு பேசக்கூடும். அவோகாட்ரோ (*Avogadro*) என்ற இத்தாலியப் பேரறிஞர் இதனை விளக்குகிறார். கலவைகளில் அடிப் படையாக இருப்பது எது? அணுக்கள் கொத்துக்கொத் தாக இருக்கும் அணுத்திரளையே அடிப்படை என்றார்.



நீரியம்-ஹைட்ரஜன் அணுத்திரளை (உயிரியம்) ஆக்ஸிஜன் அணுத்திரளை தண்ணீர் அணுத்திரளை

இந்த அணுத்திரளைகளைப்பிரித்தால் அணுவாகுமாம். தண்ணீரில் ஒரு நீரிய அணுவும், அரை உயிரிய அணுவு மாகச் சேருவதில்லை. இரண்டு நீரிய அணுவும், ஓர் உயிரிய அணுவும் சேர்ந்து ஒரு கொத்தாம்; அணுத்திரளையாம். இந்த அணுத்திரளைகளின் கூட்டமே தண்ணீர். ஆதலின், இங்கும் அணு என்பது பாதிபாதியாகப் பிரிகின்றது என்பதற்கு இடமில்லை. அணு என்றும், அணுக்கொத் தாம் அணுத்திரளை என்றும் வேறுபடுத்திக்கொண்டால் இந்த வேற்றுமை விளங்கும் என்கின்றார் ஆசிரியர் அவோகாட்ரோ.

20. அலைந்து வரும் நெருக்கடியில் அணிவகுத்து ஆள் தேடல்?

செத்தது நெளிகிறது

1827-ஆம் ஆண்டில் பிரௌன் (*Brown*) என்ற உயிர் நூல் ஆசிரியர் செத்த பொருள்கள் நீரில் கிடந்தவற்றைக் கண்ணுடிக் குழையில் பல நாள் பொறுத்துக் கண்டபோது உயிருள்ளவைபோல அவை நெளிவதனைக் கண்டு திடுக்கிட்டு வெளியிட்டார். இந்த வியப்பினைப் பின்வந்தவர்கள் ஆராய்ந்ததில் இது அணுத்திரளைகளின் இயக்கமே எனக் கண்டார்கள். பெர்ரின் (*Perrin*) என்பார் இதனைச் செயற்கையாகவும் எழுப்பிக் காட்டினர். அணுத்திரளைகள் எப்போதும் இயங்கிக்கொண்டே கிடக்கின்றன. ஆனல், பெரிய அணுத்திரளைகளில் பலமுகத்தாலும் எழும் தாக்கலால் பொருள் அசையாததுபோல விளங்குகிறது. ஒரு அணுத்திரளைக்கும் மற்ருேர் அணுத்திரளைக்கும் இடையே $\frac{1}{100000}$ சென்டி மீடர் இடைவெளி உண்டாகும். இது அணுத்திரளையின் குறுக்களவில் 300 மடங்கு பெரியது. இவை ஒன்றை ஒன்று தாக்கிக் கொள்வது விஞடிக்கு 500 கோடி முறையாம். ஒரு அணுத்திரளையைச் சிறிய பந்து போலப் பெரியதாக்கினுல் அவற்றிற்கு இடையேயுள்ள வெட்டவெளி 75 அடியாகத் தோன்றும். இந்த இயக்கம் (—273°C)இல் அடியோடு நின்று விடும் என்றும் கண்டார்கள்.

ஒரு டன் தாக்கல் நெருக்கடி

ஆனல், இவை எல்லாம் பின்னே விளங்கியவை. அணுத்திரளைகளின் இயக்கத்தால் எழுவதாக இன்று நாம் கருதும் சூட்டினை ஒரு தனிப்பொருள் என்றே பாயில் (*Boyle*) முதலிய அறிஞர்கள் நம்பினுர்கள் எனக் கண்டோம். 1738-ல் பெர்னுயியே (*Bernouille*) என்பார் தான் ஆவியில் உள்ள அணுத்திரளைகள் இயங்கிக் கொண்டே இருக்கும் என்றும், சூடு மிகுகிறது என்று பேசுகிறபோது இந்த இயக்கமே மிக்கு வரும் என்றும் கூறினுர். அணுத் திரளைகள் இயங்கிக் கொண்டே இருக்கும்போது அவை கிடக்கும் பாத்திரம் அவ்வணுத் திரளைகளால் தாக்கப்படும். அத் தாக்குதலால் எழும் அமுக்கத்தினைப்பற்றி ஆவி ஆராய்ச்சியாளர் எல்லாம் சூடு என்பதின் உண்மை நிலையை உணராதபோதும் பேசிவந்தனர். இந்த அமுக்கம் பொதுவாக ஒரு சதுர அங்குலத்திற்கு 15 இராத்தலாம். ஒரு சதுர அடிக்கு ஒரு டன் ஆகும். பெட்டியிலிருந்து காற்றை எல்லாம் உறிஞ்சி எடுத்துப் பின் மூடிவைத்தால் அதனை வெளிக் காற்று இவ்வளவு உரமாகத் தாக்குவதால் (ஈயத் தகட்டினுல் செய்யப்பட்ட பெட்டியாக இருப்பின்) பெட்டி நொறுங்கிப்போகும். சாதாரணமாகப் பெட்டி (காற்று உள்ளே இருக்கும்போது) அவ்வாறு நொறுங்கிப் போகாததன் காரணம் வெளி அமுக்கத்துக்குச் சமமான நிலையில் அதே உரத்தில் உள்ளிருக்கும் காற்று தாக்குவதாலே யாம். இந்த அமுக்கம் அணுத்திரளையின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்தது என இன்று அறிவோம். அந்த எண்ணிக்கை உள்ளிருக்கும் ஆவியின் அளவைப் பொறுத்ததென்று அந்த நாளில் கூறினர். ஆவியின் அளவை இரட்டித்தால் தாக்குதலால் எழும் அமுக்கமும்

இரட்டிக்கும். ஆவியை மிகுதிப் படுத்தாது அது தாக்கும் இடத்தினைப் பாதியாகக் குறைத்தால் தாக்குதலால் எழும் அமுக்கம் இரட்டிக்கும். இந்தச் சட்டத்தினை பாயில் (*Boyle*) என்பார் கண்டார். இங்கே நாம் காணும் புதிய உண்மை ஆவியின் அளவு என்பதற்குப் பதிலாக அணுத்திரளின் எண்ணிக்கை என்று பேசுவதேயாம்.

அமுக்கமும் சூடும்

இந்த இயக்கம் குறையக் குறையச் சூடு குறையும். தண்ணீர் பனியாக உறைவதிலிருந்து கொதிக்கும்வரையுள்ள சூட்டினை 100 ஆகப் பிரிக்கும் நூற்றுமுறைச் சூடளப்பான் (*Cetigrade Thermometer*) கணக்கில் பூஜ்ஜியத்திற்கும் கீழே 273° குறைந்தால் எந்த ஆவியிலும் இயக்கமே இல்லாமல் செத்தவைபோல அணுத்திரளைகள் கிடக்கும். அணுவின் இயக்கத்தினை அளப்பதற்கு இதனையே தொடங்கு நிலையாகக் கொள்வர். எனவே, மேற் சொல்லிய அமுக்கம் சூடு நிலைக்கு ஏற்ப ஏறியும் குறைந்தும் வரும் எனச் சார்லஸ் (*Charles*) என்பவர் இயற்கை இடையே விளங்கும் நியதியைக்கண்டு கூறினார்.

உரசுதல் சூடு

சூடு என்பதனைச் செய்காட்சி வழியாக ஒரு பொருள் அல்ல என்று காட்டாத வரையிலும் பழைய நம்பிக்கை இத்தகைய இயற்கை நியதிகளைக் காணுவதால்மட்டும் அழியாது. தாம்ஸன் (*Thomson*) என்ற அமெரிக்க அறிஞர் இந்தத் தொண்டினைச் செய்தார். 1753-ல் பிறந்த இவர் புரட்சிச் சேனையில் சேர்ந்து போராடிப்

பின்னர் ரஷியாவிலுள்ள செயின்ட் பீட்டர்ஸ்பர்க் என்ற தலை நகருக்குப் போய்ச் சேர்ந்தார். அங்கே பீரங்கியில் துளைபோடும் போது அது சூடேறுவது கண்டு சூட்டினைப் பற்றி ஆராயத் தொடங்கினர். அவரது 45-வது ஆண்டில் ஆங்கில விஞ்ஞானக் கழகத்தில் தம் ஆராய்ச்சியின் முடிவினை வெளியிட்டார். "சூடு ஒரு பொருளன்று; உரசுதலால் பொருள்களிடையே எழும் இயக்கமே அது" இதுவே அவர் கண்ட கொள்கை. லா உவாசியார் (*Lavoisee*) என்பவர் தலை இழந்ததும் அவருடைய மனைவியார் இவரை மணந்து கொண்டாள். போராட்டத்தையே மணந்து கொண்டார். ஊரெல்லாம் போராடி வந்த இவர் தம் வீட்டிலும் போராடி வரவேண்டியதாயிற்று. மனம் எரிய வயிறு எரிய நின்ற தம் வாழ்க்கையின் பொது நிலைச்சூட்டில் தம் சூட்டு ஆராய்ச்சியை இவர் மறக்க வேண்டியதாயிற்று. "உள்ளதென் இல்லவள் மாணுக் கடை?"

டால்டனுடைய (*Dalton*) மாணவரில் ஜவுல் (*Joule*) என்பவர் ஒருவர். டால்டனுடைய மாணவராயிருந்தே சூட்டின் உண்மையை எல்லாம் இவர் அளந்துகாட்டினர். எந்தவகை ஆற்றலும் மற்றொருவகை ஆற்றலாக நேராகவோ படிப்படியாகவோ மாறும் என்பதை நேரே செய்து காட்டினர். உரசுதலாக எழும் (*Frictional*) இயக்க ஆற்றல் சூடு எனும் ஆற்றலாக மாறுவதைக் கண்டோம். பொருள்கள் எரியும்போது எழும் வேதி ஆற்றல் (*Chemical energy*) சூடு எனும் ஆற்றலாக மாறுவதனையும் காண்கிறோம். மின்கல அடுக்கில் (*Battery*) கரைசலானது (*Soluticn*) வெவ்வேறு பொருள்களாகப் பிரியும் போது (*Electroytic decomposition*) மின்சாரம் எழுவதனையும் கண்டோம். நம்முடைய எந்திரங்கள் எல்லாம்

ஒருவகை ஆற்றலை மற்ருெருவகை ஆற்றலாக மாற்று வனவே அன்ருே! "ஆற்றல்" என்ருல் என்ன? நாம் செய்யவிரும்பும் வேலைதானே இங்கு நம்நினைவில் வருகின் றது. ஆதலால், ஆற்றலைப்பற்றிய நம்முடைய ஆராய்ச்சி யெல்லாம் பொருள்களை வேலைவாங்கவேயாம். கரியை எரிப்பது சுடரைப்பார்க்கவா? கரியமிலவாயுவைப்பெறவா? இல்லை; சூட்டினைப்பெற்று நீராவி முதலியவற்றை உண்டு பண்ணி அவற்றைக்கொண்டு வண்டி ஓட்டுதல் முதலிய வேலைகளைச்செய்துகொள்ளவேயாம். மண்ணெண்ணெயை எரிப்பதும் இதற்காகவேயாம். வெளிச்சமும் ஒருவகை ஆற்றலேயாம். அதனை ஒளி ஆற்றல் என்போம். எனவே வேதி, மின்சாரம், சூடு, ஒளி, உரசுதல் இவை எல்லாம் ஆற்றலின் பல வடிவங்களாகும். இவை ஒன்று ஒன்ருக மாறுவதால் ஓர் உண்மை தோன்றுகிறது. உலகிலுள்ள ஆற்றலில் அளவு ஏறுவதுமில்லை; இறங்குவதுமில்லை. மொத்தமாகப்பார்க்கின் அது ஒரே அளவாக விளங்கு கின்றது. இதுவே ஆற்றல் அழியாச் சட்டமாகும். (*Law of conservation of energy*). இதனை மக்கள் உணர்ந்த பின் சூடு என்பது ஒரு பொருளே என்ற பழங்கொள்கை காற்றில் பறந்து ஓடி மறைந்தது. இந்தச் சூட்டின் அளவு வேற்றுமையாலேயே ஆவிப்பொருள், நீரிப்பொருள், கெட்டிப்பொருள் என்ற வேற்றுமை எழுவதும் தெளிவா கிறது. சூட்டினை இவ்வாறு அணுத்திரளைகளின் இயக்கம் எனப் பேசும்போது அணுக்கொள்கையன்ருே உறுதியா கின்றது.

தராதர எடை

இந்த நிலையில் அவோகாட்ரோ (*Avagadro*) என் பவரை நாம் மறக்கமுடியாது. 1811-ல் அவர் ஒரு

கொள்கையினை விளக்கிவைத்தார். அது இங்கே நினைவிற்குவருகிறது. எந்த ஆவியையானாலும் சரி, குறிப்பிட்டதொரு சூடு நிலையில், குறிப்பிட்டதொரு அமுக்க நிலையில் ஆராய்ந்துபார்த்ததில் ஓர் உண்மை கண்டார். ஒரு கட்டி சென்டி மீடர் அளவு உள்ள ஆவியில் ஒரே அளவான அணுத்திரளைகளின் மாருத எண்ணிக்கையையே கண்டார். என்ன எண்ணிக்கை அது? 3×10^{16} ஒரு கட்டி சென்டி மீடர் உயிரியத்திலேயும் இத்தனை அணுத்திரளையே இருக்கும். இதிலிருந்து பல அணுக்களின் தராதர எடையைக் கண்டுபிடிப்பது மிகமிக எளிதாயிற்று. ஒரு கட்டி சென்டி மீடர் அளவுள்ள உயிரியம் (*Oxygen*) நீரியத்தை (*Hydrogen*) விட 16 மடங்கு எடை மிக்கதாம். இதிலிருந்து நீரியத்தின் எடை ஒன்ருனல் உயிரியத்தின் எடை 16 எனத் தராதர எடை கூறலாமன்றே? இந்த எடைக்குள் இருக்கும் நீரிய அணுத்திரளையின் எண்ணிக்கையும், உயிரிய அணுத்திரளையின் எண்ணிக்கையும் ஒன்றே என இப்பெரியார் விளக்கியுள்ளமையால் இவற்றின் எடையில் வேற்றுமை எழுவது எதனாலே? அமுக்கம் சூடு முதலிய நிலைகளில் வேற்றுமை இல்லாதபோது இந்தப் பொருள்களின் எடை வேற்றுமை அடிப்படையான அணுவின் எடை வேற்றுமையே ஆதல் வேண்டும். இப்படிப் பொருள்களை அளந்து தராதர எடையைக் கூறுவதும் அந்த எடைகளின் வழியே அவற்றிற்கும் அடிப்படையான அணுக்களின் எடையைக் கண்டுபிடிப்பதும் எளிதாகிவிட்டன. இங்கு ஒன்றேடொன்று ஒப்பிட்டுப்பார்ப்பதற்கு உயிரியம் என்ற ஆக்ஸிஜனையே 16 என்ற அடிப்படையான அளவாகக் கொண்டு அதனேடு பிறவற்றினை ஒப்பிட்டுத் தராதர எடையைக் கூறிவருவது இன்றுவரையும் வழக்கமாக

இருக்கின்றது. இந்தத் தராதர எடையினையே அணு எடை (*Atomic weight*) என்று பேசிவருகின்றனர். அணுக்கொள்கைவந்ததால் அன்றோ அணு எடை எனப் பேச வாய்வந்தது!

மணி கோக்கும் மங்கை

இங்கு ஒரு காட்சி தோன்றுகிறது. அழகிய இளைய நங்கை இதோ வருகின்றாள். தன் தாயாரது பெட்டியை ஆராய்கின்றாள்; ஒரு சிறிய ரத்தினப்பேழை கிடைக்கிறது. தன் புருவத்தினை மேலே தூக்கிக்கொண்டு வியப்படைகின்றாள்; பேழை நிறைய மணிகள் இருக்கின்றன. அவற்றின் நிறங்கள் அவள் கண்ணைக் கவர்கின்றன. அவற்றை வெளிச்சத்தில் பார்க்கவேண்டும் என விரும்புகிறாள். சாளரத்தின் அருகே கொண்டுவருகிறாள்; கண்டு களிக்கிறாள். குவியலாகக்கிடக்கும் மணிகளை வரிசையாக வைத்துப் பார்க்கவேண்டும் என்று அவளுக்கு ஓர் ஆசை எழுகிறது. அருகில் இருந்த நாற்காலியின்மீது உட்கார்ந்து விடுகிறாள். மடியிலே அந்த மணிகளை ஒன்றுவிடாமல் கொட்டிக்கொள்கிறாள். அவைகளை வரிசையாக அடுக்கத் தொடங்குகிறாள். பேழையின் அகலமோ சிறியது; அகல வாட்டத்தில் ஒருவரிசைக்கு எட்டுமணிகளுக்குமேல்வைக்க இடமில்லை. நீளவாட்டத்திலும் அப்படித்தான். ஆதலின் 8, 8 எனக் கோவைகளாக வரிசைப்படுத்தி அடுக்குகிறாள். சிறிய மணி அதற்குப்பக்கத்தில் அடுத்துப் பெரியதாய் இருக்கும் மணி என்று அளவில் சிறிதுசிறிதாக வளர்ந்து வரும் முறையில் அவற்றை அடுக்குவதாக முடிவுசெய்கின்றாள். ஒருசிறிது அடுக்கியதும், "ஆ! இது என்ன!" என்று வியக்கிறாள். முகமெலாம் ஒளிவீசுகிறது. அகல

வாட்டத்தில் அளவுமுறையில் அடுக்கிவர, நீளவாட்டத்தில் ஒவ்வொரு நிறமும் ஒவ்வொரு வரிசையாய்த்தானே அமைந்துவிடுவதுகண்டு வியக்கின்றாள். ஒவ்வொரு வரிசையும் ஒவ்வொரு நிறமாய்ச் சிவந்த கெம்பு, கதிர்ப்பச்சை, இந்திரநீலம், புஷ்பராகம், வைரம் என ஒழுங்குபட்டு நிற்கக் காண்கிறாள். ஆதலின், நிறத்தினையும் மனத்தில் வைத்துக்கொண்டு மேலே அடுக்கத்தொடங்கினாள். அளவு வகையாக அடுக்கிவரும்போது நிறவரிசை சிறிது மாறுகிறது. நிறவரிசைப்படி பெரிதாக இருக்கும் மணிகள் முறைமாறி முன்னே வரவேண்டி இருக்கின்றன. இது என்ன பிறழ்ச்சி என்று மணிகளைத் தூக்கி ஊன்றிப் பார்க்கின்றாள். சிறிய மணிகளுக்கு முன்னாகப் பெரிய மணிகள் வருவது எப்படி? "சாணை பிடியாத மணிகள் ஆதலின் பெரியதாகத் தோன்றுகின்றன. சாணைபிடித்தால் இவை அளவுகுறைந்து பிறழ்ச்சி இன்றித் தோன்றும்" என்று அவளுக்குத் தோன்றுகிறது. அதனால் பெரியதாக இருந்தாலும் நிறத்தை ஒட்டி அவற்றை முன்னாகவே அடுக்குகின்றாள். அளவுப்படியும், நிறப்படியும் அடுக்கும் போது சில இடங்களில் ஒருமணியும் வையாமல் விட்டுவிட வேண்டி இருந்தது. அங்குவைக்க மணிகளைக் காணோம். "நடுவே சில மணிகள் சிந்திப்போய் இருக்கவேண்டும்" எனத் தலையினைச் சொறிகின்றாள். தாயார் இந்தப் பெட்டியை ஒழித்துப் பார்த்தபோது எங்கேனும் சிந்தி இருக்கவேண்டும் என வீட்டாரிடம் கூறுகிறாள். தம்பிமார் எல்லாரும் வந்து பெட்டியை ஒன்றுவிடாது ஆராய்ந்து பார்க்கின்றார்கள். என்ன ஆச்சரியம்! விட்டுப்போய் இருந்த மணிகள் பலவற்றினையும் தேடிக்கொண்டுவந்து தமக்கையார் அடுக்கிய வரிசையில்வைத்து அந்தக் கோவைகளை நிறைவுசெய்கிறார்கள். தன் அடுக்கினைக்கொண்டே

"விட்டுப்போன மணி இந்த அளவு இந்த நிறம்" எனத் தமக்கை கூறியபடியே கிடைத்த மணிகள் இருப்பதுகண்டு எல்லோரும் வியக்கின்றார்கள்.

மடக்கு அணி

கிடைக்காத மணியின் நிறத்தினையும், அளவினையும் தமக்கை எப்படிக் கூறமுடியும்? சோதிடம் பார்த்தாளா? இல்லை. விஞ்ஞான வழியே தான் கூறினாள். அகலத்தில் எட்டு எட்டாக அடுக்கிய வரிசையில் நீளத்தில் பார்க்கும் போது, 9 ஆவது 9' ஆவதாக வருபவை ஒரே நிறமாகத் திரும்பித் திரும்பி வரும் நிலையை அறிந்ததாலேயே அப்படிக் கூற முடிந்தது. ஒரு சொல்லோ தொடரோ ஒரு செய்யுளில் திரும்பித் திரும்பி ஒரு பொருளிலோ, வேறு பொருளிலோ வருமானால் அந்தச் சொல்லமைப்பின் அழகினை "மடக்கணி" எனப் புலவர் பாராட்டுகின்றனர் 'பிரமபுரத்துறை பெம்மான் எம்மான்' என்றதுபோன்ற ஓர் அடியே திரும்பத் திரும்ப வந்து செய்யுளாக அமையும் படி பலபாடல்களைத் திருஞானசம்பந்தர் பாடியுள்ளார். இங்கே ஓர் அடியை அறிந்தால் பிற அடிகளைக் கூறலா மன்றோ? அந்தப் பெண் அடுக்கிய மணி வரிசையிலும் நாம் காண்பது இந்த மடக்கலங்காரமேயாம். ஆதலின், இடையே விட்டுப்போனவற்றைக் கூறுவது எளிதாயிற்று. வேதி நூல் ஆராய்ச்சியில் நிகழ்ந்த வரலாற்றையே பெண்ணின் கதையாகக் கூறினோம். இந்தக் கதையில் வரும் தாயாரே இயற்கை அன்னை; மணிகளே அணுக்கள்; வரிசைப்படுத்திய பெண்ணே மென்டலீப் (*Mendaleife*) என்ற விஞ்ஞானப் பெரியார். அந்த வரலாற்றினை இனிப் பார்ப்போம்.

17-ம் பிள்ளை

யார் அந்த விஞ்ஞானப் பெரியார்? 1834-ம் வருஷம் — ஆம்! 116 வருஷத்திற்கு முன்னர். இடமோ, எல்லோரும் இன்று பேசும் ருஷியாதான். ஆனால், அதில் மிக மிகப் பிற்போக்கான சைபீரியாவின் நம்பத்தகாத இடம். அங்கே ஒரு குழவி பிறக்கிறது. "பதினாறும் பெற்றுப் பெரு வாழ்வு வாழ்க." என்று வாழ்த்துவதற்கு 16 பிள்ளைகள் என்று பொருள் கொள்ளும் அறிவுச் சுடர்களும் உண்டு. பதினாறும் பெற்றுப் பதினேழாவதும் பெறுகிறாள் ஒரு தாய். அந்தக் குழவிதான் நம் கதா நாயகன். குழவி பெறும் காலக் கோளாறு, தந்தையார் கண் இழந்து குருடராகிறார். தாயாரோ பிள்ளைகளைப் பெற்றுப் பெற்று மெலிந்து போனாலும் உயிரைக் கையிலே பிடித்துக்கொண்டு பிள்ளைகளை வளர்த்து முன்னுக்குக் கொண்டு வருகிற முயற்சியே முயற்சி! கடைக்கோடிப் பிள்ளை கல்வி கற்று வேதிநூற் பேராசிரியராக உயர்கின்றார். இவருடைய தாயார் முன்னம் கூறிய நங்கையைப்போல மணிகளைக் கோத்தாரோ என்னவோ? ஆனால், இவர் தமது 35-ம் வயதில் அணுக்களைக் கோவையாக அடுக்கிவைக்கிறார் அணுவை அடுக்குவது எங்கே? அணுக்களின் பெயர்களைத்தான் அடுக்கி வைக்கிறார். எப்படி அடுக்குவது? அப்போது விஞ்ஞானிகள் அறிந்து இருந்தது அணுக்களின் எடை ஒன்றேதான். ஆகவே, எடை வரிசையாக அன்றி வேறு வகையாக அடுக்க அவருக்கு வழியே தெரியாது. முதல் படத்திலே உள்ள எழுநிலை மாடம் அவர் அடுக்கிய அணு நிலை மாடமாகும். முடிவு நிலைக் கோபுரத்தோடும் அடி நிலை வாயிலோடும் விளங்கும் அணுவரிசையாக அது விளங்குகிறது.

29

மெண்டலீவ் கோபுரம்

அடிநிலை வாயில் அன்று அவர் அமைக்கவில்லை. அது பின்னே விளங்கப் போகிறது. முதல் நிலை மாடத்தி லிருந்துதான் முதல் முதல் அவர் அமைத்து வருகிறார். எடை வரிசையாகவே மேலே மேலே அடுக்கிக்கொண்டு போகின்றார். சங்கீதத்தில் ஏழு சுவரங்கள் இருப்பது அவருக்கு நினைவு வருகிறது போலும். ஏழு அணுக்களை ஒன்றின் மேல் ஒன்றாக அடுக்குகின்றார். பின்னே மற் றோர் ஸ்தாயி வர வேண்டும் எனத் தோன்றுகிறது போலும். அதனையும் அடுக்குகிறார். மூன்றாவது வரிசையை அடுக்கும்போது மேலே மூன்று அணுக்களைக் கோபுரத் தில் புகும்படி அடுக்கி வைக்கிறார். அதே ஸ்தாயியில் முன் அடுக்கிய ஸ்வரங்களின் எதிரொலிபோல அந்த ஸ்வரத் தின் எதிரேயே வேறு ஏழினை அடுக்குகின்றார். இப்படி இந்த நெடுக்கு வரிசையில் (7+7+3) என்று (17) இருக்கக் காண்கிறோம். இது என்ன புதுக் கணக்கு? தாம் தம்முடைய தாய்க்கு 17-வது பிள்ளையாகப் பிறந் ததினாலே இப்படிப் பதினேழாக அடுக்கினாரோ என் னவோ அறியோம்? அடுத்த இரண்டு வரிசைகளும் இப்படியே 17, 17 ஆக அமைகின்றன. கடைசி வரிசையோ முடியவே காணோம். இப்படி அடுக்கிய வரிசைகள் ஒவ் வொன்றிலும் ஒரு பொது இயல்பு விளங்கிவரக் காண் கின்றார். அதனையும் அந்த எழுநிலை மாடப்படத்தில் குறித்துள்ளோம். தாம் அறிந்த அணு எடையினையும் பொருட்படுத்தாது அங்கு வரவேண்டிய வரிசைக்கேற்ற குணத்தையுடைய அணுக்களைச் சிலபோது மாற்றி அமைத்து வைக்கிறார். மணி கோத்த மங்கையும் அப்படி மாற்றி அமைத்தாள் அல்லவா? இவர் ஏன் இப்படிச் செய்கிறார்? அப்போது கண்ட எடை சரியன்று என்பது

இவருடைய கொள்கை. தங்கம் (*Au*) 196, இருடியம் (*Ir*) 197, பிளாடினம் (*Pt*) 198, ஆசியம் (*Os*) 199 என்பது அப்போது அறிந்த எடைப்படி ஏற்படும் வரிசை. இவரோ (*Os*), (*Ir*), (*Pt*), (*An*) என்று இனவரிசை யாக முறைப்படுத்துகிறுர், யுரேனிய அணுவின் எடை அன்றைய கணக்கில் 119 தான். இந்த எடை (2×119)= 238 என்று கணக்கிட்டு எழுதி விடுகிறுர். இவருடைய வீரமே வீரம். இந்த விஞ்ஞான வீரம் உண்மையை விளக்குவதுதான் பெரிய ஆச்சரியம். இதன் காரணம் என்ன? அணுக்கள் மடக்கலங்காரம் பொலிய விளங்கு கின்றன என்ற உண்மையை இவர் தெள்ளத் தெளியத் கண்டுவிடுகிறுர். என்ன காட்சி அது? முதல் நிலையில் காரப் பொருள்கள் (*alkaline*) விளங்குகின்றன. இரண்டாம் நிலையில் தரையில் காணும் கார உலோகங் கள் விளங்குகின்றன. அந்த அந்த நிலைகளிலுள்ள அணுக்களின் அணு முகங்கள் ஒத்திருப்பதைக் காணலாம். இரண்டாவது படமாக நாம் இங்கே கண்டிருப்பது விஞ்ஞானிகள் இப்போது நம்புகின்ற படமாகும். இரண்டு படத்தையும் ஒப்பிட்டுப் பார்த்தால் இவருடைய பெருமை விளங்தும். இருட்டில் தடவிக்கொண்டே மலை இடுக்கில் செல்வோர்போலப் போகின்றுர். இவ்வாறு சென்ற மெண்டலீவ் என்பவர் இந்த அணுக்கோபுரத்தைக் கட்டிய அற்புதத்தை என்னென்பது? இந்த வரிசையில் மடக் கணியே விளங்குவதால் மடக்கு வரிசை என்று இதனை வழங்கலாம். இந்த மடக்கு நிலை வரிசைகளில் ஒவ்வொன் றில் நிற்பதை ஒவ்வொரு குடும்பம் என வழங்குவதும் இயல்பேயாம்.

பணக் கணக்கு

ஆப்பிரிக்காவிலே வாழும் காட்டுமிராண்டிகளது குடும்பம் போலப் பலவகை அணுக்களும் இவருக்கு முன்

குழம்பிக் கிடந்தன. அவர்களிடம் காசு அல்லது பணம் வழக்கில் இல்லை. முட்டை வாங்குவது என்ருல் 30 கோழிகளைத் தருவார்கள். பெட்டை வாங்குவது என்ருல் 300 கோழிகள் தருவார்கள். பெண்ணை மணப்பதற்கு 30 முட்டைச் சோழிகளைப் பரியமாகத் தருவார்கள். இந்தச் சோழிக் கணக்கு பெரிய குழப்பந்தான். காசுகளை வழங்கத் தொடங்கியதும் ஒரு தெளிவு பிறந்தது. இந்தியா வில் புதிய நாணயங்களை ஏற்படுத்த வேண்டும் என்ற ஓர் அவா சிலருக்கு இருக்கிறது. அதன்படி 10 தம்படி 1 அணு, 10 அணு ஒரு ரூபாய், 10 ரூபாய் ஒரு பொற் காசு என்று போகலாம். இங்கே 10 தம்படி ஒரு அணு ஆனதும் ஒரு தம்படி இரண்டு தம்படி எனத் திரும்பித் திரும்பி வரும். மெண்டலீவ் என்பார் அணுக்கடையில் ஒரு நாணய முறையை நுழைத்தார். 8, 8 ஆக இந்த முறை வழங்குகிறது. இந்த அடிப்படையான காசு எது? ஹைட்ரஜன் அணுவினை இவர் கோபுரத்தில் காணேம். என்ருலும் ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் சேர்வதாலே பிற அணுக்கள் பிறக்கின்றன என ப்ரௌட் (*Prout*) என்ற ஆசிரியர் 1815-ல் கூறினர். ஆனல் எடைகள் பின்னம் பின்னமாக வந்தால் அதனைப் பிற விஞ்ஞானிகள் ஒப்புவ தற்கு இல்லை. என்ருலும் ஹைட்ரஜன்தான் அடிப் படைக் காசு என அறிவோம். மெண்டலீவ் கண்ட மடக்கு நிலைவரிசை வேதி ஆராய்ச்சியாளரைத் தூண்டிப் புதிய பொருள்களைக் கண்டுபிடிக்குமாறு செய்தது.

திருடைப் பிடிக்கும் துப்பு

மெண்டலீவ் கோபுரத்தில் 21, 31, 32, 42, 61, 72, 75, 87 என்ற எண்ணுள்ள அறைகளில் ஆட்களை அவர்

காணவில்லை. நேரே மேலும் கீழும் உள்ள பொருள்களைக் கண்டு தலை மறைந்து திரியும் இந்த ஆட்களின் இயல்பினை அவர் எடுத்துக் கூறினர். 21, 31, 32 என்பனவற்றை முறையே போரான் போலி (*Eka-Boron*) அலுமினியப் போலி (*Eka-Aluminium*) சிலிகான் போலி (*Eka-Silicon*) எனப் பெயரிட்டு அழைத்தனர். 1873-ல் அலுமினியப் போலி தலைகாட்டியது. அதனைக் காலியம் (*Gallium*) என்று இன்று வழங்குகின்றனர். 1879-ல் போரான் போலி சிறைப்பட்டது. இதை ஸ்காண்டியம் (*Scandium*) என வழங்குகின்றனர். 1879-ல் சிலிகான் போலி பிடிபட்டது. இதனை இன்று ஜெர்மானியம் (*Germanium*) என்று வழங்குகின்றனர். மெண்டலீவ் வழக்கினைப்பின்பற்றியே இவற்றினை அறிஞர்கள் கண்டு பிடித்ததாலேயே இந்தக் கோபுரம் கனவுக்கோபுரம் அன்று நனவுக் கோபுரம் என்பது உறுதியாயிற்று. 1922-ஆம் ஆண்டில் இந்த மடக்கு நிலையின் உதவியாலேயே 72-ம் ஆளான ஆப்னியம் (*Hauffnium*) என்பார் வெளிப்பட்டார். 1925-இல் இருவர் அகப்பட்டுக் கொண்டனர். 75-ம் எண்ணுள்ள அணு ரீனியம் (*Rhenium*) என்பது. 43-ம் எண்ணுள்ளது மசூரியம் (*Mesurium*) என்பது. அதற்கு அடுத்த ஆண்டில் 61-ஆம் எண்ணுள்ள பேர்வழி விஞ்ஞானப் புலவர் கையில் சிக்கி இல்லினியம் (*Illinium*) திருநாமம் சூட்டப்பெற்ருர். இன்று 92 பொருள்கள் எனப் பேசுகின்ரேம். இவற்றில் இரண்டு அணுக்கள் இன்னும் தலை மறைவாகவே இருக்கின்றன. 85-வது எண்ணுள்ள ஒன்று "உப்பாக்கி" (*Halogen*) ஆதல்வேண்டும். இதனை 1931-ல் கண்டதாக ஒருவர் கூறியது உண்டு. 87-வது எண்ணுள்ள மற்ருென்ரே "கார உலோகம்" ஆதல்வேண்டும். இதனை

1930-இல் கண்டதாகக் கூறியதும் உண்டு. இந்த இரண்டு போக மற்றவை எல்லாம் இன்று அகப்பட்டுள்ளன.

நேற்றுப் பிறந்த குழந்தைகள்

ஆனல் ஒன்று கூறலாம். 92-ல் பெரும்பான்மைய 19-ம் நூற்றுண்டில் கண்டெடுத்த குழவிகளேயாகும். மிகப் பழைய காலம்தொட்டுச் செம்பு, வெள்ளி, இரும்பு, பொன், வெள்ளீயம், காரீயம், கரி, கந்தகம் என்பனவற்றினை உலகம் அறியும். அதனல் அன்ருே இவற்றின் பெயர்களைப் பல மொழிகளிலும் வழங்கக் காண்கிருேம். இரசம் என்பது 2350 ஆண்டுகளுக்கு முன்னர்தான் தெரிய வந்தது. 16-வது நூற்றுண்டிலேதான் மேலைநாட்டார் எரிகந்தகம் (*Phosphorous*), ஆர்செனிக் (*Arsenic*), ஆண்டிமொனி (*Antimony*), பிஸ்மத் (*Bismuth*), நாகம் (*Zinc*), ப்லாடினம் (*Platinum*) என்பவற்றை அறியலாயினர். 1750 முதல் 1800-க்குள் பொட்டாசியம் (*Potassium*), சோடியம் (*Sodium*), ஆக்ஸிஜன் (*Oxygen*), க்ளோரைன் (*Chlorine*), டைடானியம் (*Titanium*), க்ரோமியம் (*Chromium*), மாங்கனீஸ் (*Manganese*), நிக்கல் (*Nickel*), மாலிப்டினியம் (*Molybdenium*), டாலியம் (*Tallium*), டங்ஸ்டன் (*Tungsten*) என்று 15 பொருள்கள் அகப்பட்டன. மேற்கூறியவையோடு சேர்த்து இந்த 29 பொருள்களே அக்காலத்தில் மக்கள் அறிந்ததாகும். இவைபோக மிகுதி நிற்பன பெரும்பாலும் 19-ம் நூற்றுண்டில்தான் அறிவு உலகில் பிள்ளையாகப் பிறக்கின்றன. மெண்டலீவ் மடக்கு நிலை வரிசையில் அடிநிலை வாயிலாக அமைந்தவை தீண்டாத் திருமேனிகளாம் ஆவிகளாய் இருப்பன என முன்னர்க் கண்டோம். இவற்றின் வரலாறு மிக மிகச் சுவையுள்ளது.

இவற்றினைக் கண்டுபிடித்தவரலாறு பெரியதொரு துப்பறியும் காவியமாகக் கலைவாணர் பாடுதற்குரியது. ராம்சே (*Ramsey*) என்ற அறிஞரே இங்கு ஷெர்லாக் ஹோம்ஸ் (*Sherlock Homes*) ஆக விளங்குகின்றார். காற்றில் நைட்ரஜன் (*Nitrogen*) உண்டு. உலகில் வழங்கும் நைட்ரஜனைக் கலவைகளிலிருந்தும் பிரிக்கலாம். இந்த இரண்டு வேறு நைட்ரஜன்களையும் பிரித்துப்பார்த்ததில் காற்றிலிருந்து எடுத்தது எடைமிக்கு இருந்தது. ஆதலின் அதிலே ஒரு திருடன் தலைமறைவாக உள்ளான் என்றார் ராம்சே. மாக்னீஷியத்தின்மீது (*Magnisium*) காற்றில் எடுத்த நைட்ரஜனைப் பாய்ச்சியபோது $Mg_3\ N_3$ என்ற கலவை பிறந்தது. ஆனால், நைட்ரஜனில் ஒரு பகுதி கலவையில் சேர மறுத்துச் சோம்பேறியாகவே இருந்தது. இதுவே தலைமறைவாய் இருந்த திருடன் என்று கண்டு அதற்குச் சோம்பேறி என்ற பொருள்படும் பெயரையே ஆர்கான் (*Argon*) என இட்டனர். மற்றோர் ஆவி சமாதி கூடிய சன்னியாசி போல ஒன்றினும் கலவாது கிடந்தது. ஹிலிபிரான்ட் (*Hillebrant*) என்பவர் யுரேனிய மூலப் பொருளைக் காய்ச்சியபோது சமாதியில் இருந்து வெளிவந்து இந்த ஆவி காட்சி கொடுத்தது. இதன் நிறமாலையை ராம்சே ஆராய்ந்தபோது இந்த ஆவி சூரியனிடத்தே சிறப்பாக இருப்பது கண்டார். இதனுக்குச் சூரிய ஆவி அல்லது ஹீலியம் (*Helium-Helios*) சூரியன்-எனப்பெயரிட்டார். எனவே இங்கு ஹிலிபிரான்ட் கண்டது புதுப் பொருள் அல்ல, பழைய நண்பரே எனத் தெரியவந்தது. ஆர்கானை — (188.) சூட்டில் நீரிப்பொருளாக ஓடச் செய்தார், ஓடாது சிறிது மிஞ்சி ஆவியாகவே இருக்கக் கண்டார்.

இங்கும் கள்வரோ? ஆம் ஒருவர் இருவர் அல்ல, மூவர். துப்பறியும் சீமான் கண்ணில் இவை தப்ப முடியுமா? இவை மூன்றினுக்கும் மூன்று புதுப் பெயர்கள். இட்டார். புதியன் அல்லது நியான் (*Neon*), மறைந்தான் அல்லது க்ரிப்டான் (*Krypton*); அயலான் அல்லது ஜெனன் என்று பெயரிட்டார். இந்தச் சோம்பேறிக் கூட்டத்தைச்சேர்ந்த ரேடான் (*Radon*) என்பது ரேடியம் சிதையும்போது வெளியாயிற்று. மெண்டலீவ் கோபுரத்தின் அடிநிலைவாயில் இவ்வாறு திறந்த வெளியாயிற்று.

---

21. மின்னில் விளங்கும் மின்னி உலகம்

அம்பர் பிரான்

இதோ ஒரு பெரியவர் அறிவொளி வீசும் முகத்தோடு நம் எதிரே நிற்கின்ருர். அவரது கை ஒன்றில் ஒரு அம்பர்த் துண்டு இருக்கிறது. மற்ருெரு கையில் ஒரு பட்டுத்துண்டு விளங்குகிறது. பட்டினைக்கொண்டு இந்த நீண்ட அம்பரைத் தலையில் மெல்லத் தேய்க்கின்ருர். என்ன விளையாட்டு இது! ஆழ்ந்த யோசனை! தேய்க்கின்ருர்! தேய்க்கின்ருர்!! நாமும் "என்ன எதிர்பார்க்கிருர்?" என ஆவலுடன் அவர் கையையும் முகத்தையும் பார்த்துக்கொண்டு இருக்கிருேம். மேஜைமீது சிறு காகிதத் துண்டு, மரத்துண்டு, பட்டுத்துண்டு பரப்பி வைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. அந்த அம்பரின் தேய்த்த முனையை இவைகளின் அருகே கொண்டுபோகிருர்- அவர் முகத்தில் தோன்றும் இன்பக்குறி நம் கண்களை அம்மேஜைமீதே அமர்த்துகிறது. அம்மெல்லிய பொருள்கள் எல்லாம் காந்தத்தைக்கண்ட இரும்புபோல அதன் அருகேசென்ற அம்பரில் ஒட்டிக்கொள்கின்றன. தம்மை மறந்து இன்பக் கடலில் ஆழ்கின்ருர். சுற்றியுள்ள மாணவர்களுக்கு "இது ஒரு புதிய சக்தி" என்று விளக்குகிருர். "அம்பர் சக்தி என்றே கூறிவிடலாமே" எனப் புன்னகை புரிகின்ருர். எலெக்ட்ரான் (*Elektron*) என்பது இவர் பேசும் பேச்சு. இவர் ஒரு கிரேக்கர். இவர் மொழியில் எலக்ட்ரான்

மெண்டலீவ் கோபுரம்

மடக்குநிலை வரிசை.

கோபுரச் சிகாரம்			Ni. 58·7 Co. 58·9 Fe. 55·8	Pd. 106·7 Rh. 102 Ru. 101·7	Pt. 195·2 Ir. 193·1 Os. 190·8		உடனிலை அணு முகம் 8
7-ம் நிலை	F 19	Cl. 35·5	Br. 79·7 Mn. 55	I 126·9 Ma. (99)	? 218 Re. 187		உடனிலை அணு முகம் 7 எதிர்மறை அணு முகம் 1
6-ம் நிலை	O 16	S 32	Se. 79·2 Cr. 52	Te. 127·5 Mo. (96)	Po. 210 W 184	U 238	உடனிலை அணு முகம் 6 எதிர்மறை அணு முகம் 2
5-ம் நிலை	N 14	P 31	As. 75 V 51	Sb. 121·8 Cb 93	Bi. 209 Ta. 181·5	U·x 234	உடனிலை அணு முகம் 5 எதிர்மறை அணு முகம் 3
4-ம் நிலை	C 12	Si. 28	Ge. 72·6 Ti. 48	Sn. 118·7 Zr. 91	Pb. 207·2 Hf. 178·6	Th. 232	உடனிலை அணு முகம் 4 எதிர்மறை அணு முகம் 4
3-ம் நிலை	B 10·8	Al. 27	Ga. 69·7 Se. 45	In. 114·8 Y 89	Ti. 204·4 La. 138·9 (140 Mds.)	Ac. 226	உடனிலை அணு முகம மூன்று உடையன
2-ம் நிலை	Be. 9	Mg. 24·3	Zn. 65·4 Ca. 40	Cd. 112·4 Sr. 87·6	Hg. 200·6 Ba. 137·4	Ra. 226	உடனிலை அணு முகம் இரண்டு உடையன
முதல் நிலை	Li. 6·9	Na. 23	Cu. 63·6 K 39·1	Ag. 112·4 Rb. 87·6	Au 197·2 Cs. 132·8	? 224	உடனிலை அணு முகம் ஒன்று உடையன.
அடிநிலை வாயில்	He. 4	Ne. 20·2	A 39·9	Kr. 82·9	Xe. 130·2	Rn. 222	அணு முகம் அற்றன.
	ச	ரி	க	ம	ப	த	நி

இன்று காணும் மடக்குநிலை வரிசை.

	A I	B	A II	B	A III	B	A IV	B	A V	B	A VI	B	A VII	B	A	VIII		B	
1	1 H 1·008																	2 He 4·00	8 மடக்கு
2	3 Li 6·94		4 Be 9·02		5 B 10·82		6 C 12·00			7 N 14·01		8 O 16·00		9 F 19·00				10 Ne 20·18	8 மடக்கு
3	11 Na 23·00		12 Mg 24·32		13 Al 26·97		14 Si 28·06			15 P 31·02	24 Cr 52·01	16 S 32·06		17 Cl 35·46				18 A 39·94	
4	19 K 39·10		20 Ca 40·08		21 Sc 45·10		22 Ti 47·90		23 V 50·95				25 Mn 54·93		26 Fe 55·84	27 Co 58·94	28 Ni 58·69		18 மடக்கு
		29 Cu 63·57		30 Zn 65·38		31 Ga 69·72		32 Ge 72·60		33 AS 74·93	42 Mo 96·0	34 Se 79·2		35 Br 79·92				36 Kr 82·9	
5	37 Rb 85·44		38 Sr 87·63		39 Y 88·92		40 Zr 91·22		41 Cb 93·3				43 Ma		44 Ru 101·7	45 Rh 102·91	46 Pd 106·7		18 மடக்கு
		47 Ag 107·88		48 Cd 112·41		49 Ir 114·8		50 Sn		51 Sb 121·76	74 W 184·0	52 Te 127·5		53 I 126·93				54 Xe 130·2	
6	55 CS 132·81		56 Ba 137·36		அரு மண்		72 Hf 178·6		73 Ta 181·4				75 Re 186·31		76 OS 190·8	77 Ir 193·1	78 Pt 195·23		32 மடக்கு
		79 Au 197·2		81 Hg 200·61		81 Tf 204·39		82 Pb 207·22		83 Bi 209·0		84 Po 210		85				86 Rr 222	
7	87		88 Ra 225·97		89 Ac 226X		90 Th 232·12		91 Oa 230·0		92 U 238·14								

என்பது அம்பரைக்குறிக்கும். இவர்தான் தேல்ஸ் (*Thales*) என்ற பெரியார். இவர் வாழ்ந்த 2500 ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் இதனைப்பற்றிப் பின்னர் எண்ணுவார் ஒருவரையும் காணேம்.

எங்கும் சக்தி வழிபாடு

இரண்டு ஆயிரம் ஆண்டுகள் கழிகின்றன. ஆங்கில நாடு வெற்றிபெற்று ஓங்குகிறது. எலிசபெத் (*Elezabeth*) அம்மையார் அரியாசனத்தே வீற்றிருக்கின்ருர். எங்கும் ஒரு புத்துணர்ச்சி. இங்கே ஒருவர் ஆங்கில உடையில் காட்சி அளிக்கின்ருர். அம்பர் ஒன்றினை மட்டும் அன்று பலவிதப் பொருள்களையும் பட்டுகொண்டும், பூனைத் தோல் (*Cat's fur*) கொண்டும் தேய்த்துப் பார்க்கின்ருர். அப்போதும் மெல்லிய பொருள்கள் வந்து ஒட்டிக்கொள்கின்றன. ஆகவே, அம்பருக்குமட்டும் இந்தப் புதிய சக்தி இல்லை, மற்றும் பலவற்றுக்கும் உண்டு என விளக்கி வைக்கின்ருர். இவர்தான் கில்பர்ட் (*Sir William Gilbert 1540—1603*) என்பவர்.

கண்ணுடி நங்கையும் பிசினி மங்கையும்

150 ஆண்டுகள் பின்னும் கழிகின்றன. மற்ருெருவர் இவ்வாறு பொருள்களைத் தேய்த்து விளையாடுகிருர். ஸ்டீபன் கிரே (*Stephen Gray*) இவரை இவருடைய நண்பர் கூப்பிட்டுக்கொண்டே வருகிருர். உரசி எடுத்த சக்தியை நனைத்த கயிறு ஒன்றில் ஒட்டவைத்து ஏற்றுகின்ருர். அந்த நனைந்த கயிற்றின் முனையில் மெல்லிய பொருள்கள் பற்றிக்கொள்கின்றன. எனவே மெல்லிய நனைந்த கயிற்றின்வழியே இந்தச்சக்தி பாய்கின்றது என்பதாயிற்று.

உலர்ந்த கயிறு வழியே அவ்வாறு பாயவில்லை. நனைந்த கயிறு சக்தியினை உள்ளோட்டிப் பாய்ச்சும் நல்ல இகைப் பானும் (*Conductor*) உலர்ந்த கயிறு அவ்வாறு செய்யாது தடுக்கின்ற காப்புறையாம் (*Insulator;*) இங்கேயுள்ள மற்றொரு வேடிக்கையை டு பே (*Du - Fay*) என்பார் காட்டுகின்றார். இந்தப் புதிய சக்தி இரண்டு வகையாக எழுகின்றது. கண்ணாடித் துண்டைத் தோல்கொண்டு தேய்க்கும்போது எழும் சக்தி ஒருவகை. அதனையே பட்டுகொண்டு தேய்க்கும்போது எழும் சக்தி மற்றொரு வகை. அம்பர் முதலிய பிசினிகளைத் தேய்த்தால் எழுவதைப் பிசினி சக்தி (*Resinous*) என்றும் கண்ணாடியில் எழும் இதற்கு எதிரான சக்தியைக் கண்ணாடிச் சக்தி (*Vitrions*) என்றும் பேசுகிறார். ஏன் வேறு வேறு சக்தி எழவேண்டும்? கண்ணாடிச் சக்தி கண்ணாடிச் சக்தியை வெறுத்துத் தள்ளுகிறது. பிசினிச் சக்தி பிசினிச் சக்தியை வெறுத்துத் தள்ளுகிறது. ஆனால் பிசினிச் சக்தியும் கண்ணாடிச் சக்தியும் ஒன்றை ஒன்று வெறுக்காது அணைத்துத் தழுவிக்கொள்ளுகின்றன.

இடிமழையில் காற்றாடி

ஐரோப்பாவிலிருந்து அமெரிக்காவுக்குக் காட்சி மாறுகிறது. 1752-ஆம் ஆண்டு ஒரு நாள் காலையில் நல்ல இடி மழை பொழிகிறது. சாவி, சட்டி, காற்றாடியை மழையில் விட்டுப் பார்க்கிறார் ஒருவர். இயற்கையிலேயே மின்சார ஊற்றாக இருக்கும் மேகத்தில் இருந்து மின்சாரத்தை நனைந்த கயிறுவழியே பெறவேண்டிக் காற்றாடி பறக்கின்றது. மின்னலுக்கும் இந்தப் புதிய சக்திக்கும் உள்ள தொடர்பினைக் காண்கின்றார். இதனை மின் தீ (*Electric Fire*) எனப் பேசி ஆராய்கின்றார். உலகமறிந்த

பென்ஜமின் பிராங்க்லின் (*Benjamin Franklin 1706—90*) தான் இவர் திருநாமம். கையிலே நடனமாடுகின்றது நனைந்த காற்றுடிக் கயிறு, விஞ்ஞான இளமை! ஆடுகின்ற பாம்பினை ஓடி மிதிக்கின்ற பருவம்! ஆனால் நல்ல காலம். இவருக்கு ஒன்றும் கேடு நேரிடவில்லை. அடுத்த ஆண்டில் இவ்வாறு செய்கின்ற ருஷிய ஆசிரியர் மின்சாரம் தமது உடலுள்ளே பாய்ந்ததால் விண் உலகம் ஏகுகின்றார். உயிரையே பணயம் வைத்து ஆடுகின்ற பெரிய சூதாட்டமாக அன்று விஞ்ஞானம் விளங்குகின்றது. இருவகை மின் சக்திகளைக் கூட்டற்சக்தி, கழித்தற் சக்தி எனப் பேசுகின்றார். "மின்சாரம் ஒரு ஓடிப் பொருளாம். மின்சாரம் மிக்கிருப்பது கூட்டற்சக்தி (*Positive*) குறைந்து இருப்பது கழித்தற்சக்தி (*Negative*) என்கின்றார். வேறு சிலரோ "இந்த இரண்டு சக்திகளும் வேறு வேறு ஓடிப்பொருள்கள்" என்கின்றார்கள். இது ஒரு போராட்டம்.

பத்திரிகை விற்ற பையன்

18-ஆம் நூற்றாண்டு முடிகிறது, புரட்சி ஓங்குகிறது. "எளியவரும் மனிதரே. அவர்களுக்கும் அறிவு உண்டு" என்ற கொள்கை வேர் ஊன்றி வருகின்றது. லண்டன் மாநகரத்தெரு வழியே ஒரு சிறுவன் போகின்றான். மற்றைச் சிறுவர்கள் போல் இல்லை இவன். இவன் முகத்தில் அறிவொளி வீசுகிறது. ஏழைச் சிறுவன் என் செய்வான்? வயிறு வளர்க்க வேறு வழி இல்லாமல் பத்திரிகைகளை விற்கின்றான். மாலை நேரம் ஆகிறது. நரி முகத்தில் விழித்து எழுந்தான்போலும். பத்திரிகைகள் விரைவில் செலவாகின்றன. டேவி (*Davy*) என்ற விஞ்ஞானப் பெரியார் பேசப்போகிறார் எனப் பேச்சோடுபேச்சாய் ஒரு

நண்பன் கூறுகின்ருன். தாயைப் பிரிந்த கன்று தாய்ப் பசுவிடம் ஓடுவதுபோல் ஓடுகின்ருன் சிறுவன். விட்ட குறை - தொட்ட குறை! ஐம்புலனுலும் பேச்சினை வாரி வாரி உண்கின்ருன். வேறு ஒன்றும் உலகில் தோன்றவில்லை. "இத்தகைய ஆராய்ச்சி செய்து உலகின் அறிவைப் பெருக்குவதை விட்டுத் தன் நலத்தையே கருதிப் பத்திரிகை விற்று வயிறுவளர்க்கவா?" என்று அவன் உள்ளம் வறுமையுடன் போராடுகிறது. சொற்பொழிவின் குறிப்பினை நன்ருக எழுதி டேவிக்கு அனுப்புகின்ருன். அவர் கீழே விஞ்ஞானப் பணியில் ஈடுபடவேண்டும் என இரங்கிக் கேட்கின்ருன். "புட்டி கழுவச் செய்யும்; அதுவும் செய்ய ஒப்புக்கொள்வானுனல் அவன் உருப்படுவான் எனலாம்; மறுப்பானுனல் வந்த வழியே போகட்டும்" என டேவி என்பாருடைய நண்பர் ஒருவர் டேவியிடம் இவனைப்பற்றிக் கூறுகின்ருர். டேவி என்பார் சோடியம், பொட்டாசியம், மாக்னிசியம், கால்சியம், ஸ்டரான்சியம், பேரியம், போரன் என்ற பொருள்களையெல்லாம் கண்டுபிடித்தவர். ஆனுல் இவர் கண்டுபிடித்த பொருள்களில் எல்லாம் மிகமிகச் சிறந்த பொருள் பாரடே (*Faraday*) தான். ஒளி வீசும் கண்கள் கொண்டு லண்டன்மாநகரத்துத் தெருக்களின் ஓரங்களிலுள்ள நடைமேடைகளில் எல்லாம் திரிந்து பத்திரிகை விற்ற சிறுவனைக் கண்டெடுத்து உலகத்தின் தலைசிறந்த விஞ்ஞானியாக வளர்த்த வரலாறு வேதிநூல்வரலாற்றிலேயே மிகச் சிறந்ததோர் அற்புதமாம்.

வரி தரும் பாப்பா

இந்தப் பாரடேயை விஞ்ஞானம் மறக்கமுடியுமா? மின்னலைப்பற்றி ஆராய்ந்த பென்ஜமின் பிராங்கிலினை ஒரு

சிலர் எள்ளி நகையாடுவாராம். "நீங்கள் கண்டுபிடித்த இது என்ன?" என்று கேட்பார்களாம். "இது ஒரு பாப்பா" என்று அவர் பதில் கூறுவாராம். "இதனால் என்ன பயன்" என்று தொடர்ந்து கேட்டபோது "இது ஒரு நாள் வளரும் அப்பா" என்று அடிக்கடி சொல்லு வாராம். இந்தக் கதை பாரடே மனதிற்கு மிகவும் பிடித்த மானது எனத் தெரிகிறது. தம் சொற்பொழிவில் இதனை அடிக்கடி எடுத்துச் சொல்லுவது உண்டாம். பெஞ்ஜமின் பிராங்கிலினுக்குப் பின் மின்சாரத்தை வளர்த்தவர் பாரடே தான். இங்கிலாந்தில் முதல் அமைச்சராக விற்றிருந்த கிளாட்ஸ்டன் (*Gladstone*) என்பார் இவரைப் பார்த்து "இதனால் என்ன பயன்?" என்று ஒரு முறை கேட்டா ராம். "உங்கள் அரசினை நடத்த இதனுக்கு வரி ஈட்டு நிறையப் பணம் எளிதில் சேர்க்கலாம்" என்ற விடை உடனே வந்ததாம். மின்சாரத்தால் இன்று எத்தனை அரசியல் துறைகள் பிழைக்கின்றன! எத்துணை மக்கள் வாழ்கின்றார்கள்! மின்சாரச் சக்தி காந்த சக்தி என்ற வற்றின் உண்மைகள் எல்லாம் இந்த மின்சார மாயாவி யான பாரடேயின் எதிரே கூத்தாடுகின்றன. அந்த உண் மைகளை எல்லாம் அவர் உலகத்திற்கு எடுத்து உரைக் கின்றார். உலகம் வாழ்கிறது.

மின்னுக்கு ஏற்ற பொன்னு

ஒருநாள் இவர் மின்கல அடுக்கு ஒன்று அமைத்தார். தம்மையும் மறந்து அதில் ஈடுபட்டு நிற்கின்றார். அதிலி ருந்து இரண்டு பக்கங்களில் இருந்து வரும் இரண்டு கம்பி களை ஒரு கண்ணாடித் தொட்டியில் வேறு வேறு தொங்க விடுகிறார். ஒன்று நேர்முனைக் கம்பி (*Positive pole*) மற்றொன்று எதிர்முனைக் கம்பி (*Negative pole*) எதிர்

முனைக் கம்பியில் செப்பு பூசவேண்டிய தகட்டினை மாட்டு கிருர். நேர்முனைக் கம்பியில் செப்புத்தகட்டை மாட்டு கிருர். செப்புத் தகட்டிலிருக்கும் செப்பு, தொட்டியில் கரைந்து மற்ருெரு முனையில் மாட்டி இருக்கும் தட்டின் மேல் படுகிறது. இது நமக்கு ஒன்றும் புதியதல்ல. முலாம் பூசும் கடையில் நாம் இன்று பார்க்கின்ற அன் ருடக் காட்சிதான் இது. பாட்டரி (Battery) என்று மக்கள் இதனைப்பற்றிப் பேசிக் கொள்ளுகிருர்கள். மேல் மினுக்கு நாகரிகம் இதனை மறக்கமுடியுமா? ஆனல் பாரடே என்ன செய்கிருர். மேல் மினுக்கில் அவர் ஈடுபடவில்லை. உண்மை அறிய உள்ளாழத்தில் ஆழுகின்ற ஆழ்வார் அல்லவா அவர்? செப்புக்குப் பதிலாகப் பல பல உலோகங்களால் அமைந்த தட்டுகளை ஒன்றின் பின் ஒன்ருக மாட்டிப் பார்க்கிருர். நேர் முனை யில்வைத்த பொருள் - எந்தப் பொருளானுலும் சரி - எதிர் முனையில் வந்து படிகிறது. இதுதான் அவர் காண்கின்ற காட்சி. கண்ணுடித் தொட்டியில் செப்புக்கலந்த கரைசல் இருக்கிறது. இந்தக் கரைசலில் அல்லவோ இந்தக் கம்பி களும் தொடங்குகின்றன. கம்பிகளோ ஒன்றை ஒன்று தொடவில்லை. தொடாதபோது மின்னேட்டம் ஓடிக் கொண்டே இருப்பது எப்படி? கரைசலில் கரையும் செப்புத்துகள்களின் வழியாகத்தான் மின்சாரம் ஒரு முனையில் இருந்து மற்ருெரு முனைக்கு ஓடுகிறது என்று சொல்லுதல் வேண்டும். இதுதான் அவர் காண்கிற அற்புதக் காட்சி. செப்பினைத் தொட்டால் மின்சார சக்தி பாயக் காணேம். நேர் முனையில் கரைகின்ற செப்பு எதிர் முனையில் படிகின்றது. இவ்வாறு எதிர் முனையை நாடிச் செல்கின்ற செப்புத்துகள் என்ன மின் னூட்டம் (chrrge) பெற்றிருக்கும்? எதிரிடையான நேர்

மின் ஊட்டமல்லவா பெற்றிருக்கும்? எனவே மின் ஊட்டமின்றிப் பொதுநிலையில் இருந்த செப்பு நேர் மின் ஊட்டம் பெற்ற செல்லி (*ions*) ஆகி எதிர் முனையில் பாய்ந்து அங்கேயே படிந்துவிடுகிறது என்பதாயிற்று. கரைசலோ செப்புக் கலந்ததோர் உப்புக் கரைசலாகும். (*Coppersulphate* மயில் துத்தம்). மின்சாரம் அக் கரைசலில் பாய்ந்ததும் என்ன நேரிடுகிறது? அக்கலவை இரண்டாகப் பிரிகிறது. செப்பு வேருகவும் மீதி நிற்கும் உப்பு வேருகவும் பிரிகின்றன. அப்படி பிரியும்போது அவை மிக மிக நுட்பமான துகள்களாகப் பிரிகின்றன. அதாவது செல்லிகளாகப் பிரிகின்றன. எல்லா உலோகங் களும் மின்சாரம் பாயும் கரைசலில் இவ்வாறு பிரிந்தே நிற்கின்ற உண்மைக் காட்சியை உள்ளத்தே காண்கிருர் பாரடே.

முகத்திற்கு ஏற்ற ஆழம்

பாரடே இரண்டு நிமிஷத்தில் எவ்வளவு செப்புப் படியும் எனப் பார்க்கிருர். உடனே மின்சார ஓட்டத்தை இரண்டத்தனை ஆக்குகிருர். இரண்டு நிமிஷம் பொறுத் துப் பார்த்ததில் முன்னையினும் இரண்டத்தனைச் செப்புப் படிந்திருக்கக் காண்கிருர். என்ன இது? செல்லியாகச் செப்புக் கரைந்து ஓடுவது மின்சாரசக்திக்கு ஏற்ருற்போல் அல்லவா இருக்கிறது! மின்சார ஓட்டம் இரட்டித்தால் உலோகம் படிவதும் இரட்டிக்கும். இதுவே இவர் கண்ட முதல் உண்மை. செப்புத் தகட்டினை எடுத்துவிட்டு வெள்ளித் தகட்டினை இதற்கேற்ற கரைசலில் வைத்துப் பார்க்கிருர். குறித்த நேரத்தில் அதே வகையாக மின் சாரம் ஓடிக்கொண்டு இருக்கும்போது செப்புப் படிந்தது 31.78 கிராம் எனக் காண்கிருர். அதே நேரத்தில் அதே

அளவு மின்சார சக்தியில் 107·88 கிராம் வெள்ளி படிந் திருக்கக் காண்கிறார். எல்லாம் ஒரே நிலையில் இருக்கும் போது இந்த வேற்றுமை ஏன்? இந்தப் புதிர் "திமர்" என அவருக்கு விளக்கிவிடுகிறது. வெள்ளியின் அணு எடை 107·88 என்று அவருக்கு நினைவு வருகிறது. அது தானே அங்குப் படிந்து இருக்கிறது. அணு எடைக்கு ஒப்ப உலோகம் படியும். ஆனால் செப்பின் அணு எடையோ 63·57. இங்குப் படிகிறதோ 31·78. இந்த வேற்றுமை ஏன்? அவருடைய கூரிய மூளையில் ஒரு விளக்கம் முக மலர்ச்சியாக எழுகிறது. வெள்ளியின் அணுமுகம் ஒன்று ஆதலால் முகம் முகமாகப் பங்கிட வேண்டியதில்லை. செப்பின் அணுமுகமோ இரண்டு. அணு எடையை இரண்டு முகத்திற்கும் பங்கு இட்டால் 31·78 கிராமே ஆகும். எவ்வளவு சரியாக இருக்கிறது? பிற நிலைகள் எல்லாம் மாறாது இருக்கும்போது அணு எடையை அணுமுகத்தால் வகுத்தால் வரும் அளவே படியும் என்பதாகிறது. இதுவே இவர் கண்ட இரண்டா வது உண்மை.

மின் அணு

இந்த இரண்டு இயற்கை நீதிகளையும் ஒத்திட்டுப் பார்க்கும்போது என்ன விளங்குகிறது? பொருளானது செல்லியாகி மின் ஊட்டம் பெற்று மின்சாரத்தைக் கொண்டு செல்லும்போது மின்சார சக்தி ஒரு குறிப்பிட்ட முறையில் மிக்குவரக் காண்கிறோம். எந்த வகையில் மிக்கு வருகின்றது? செல்லியாகி வரும் பொருளின் அணு முகத்திற்கு ஏற்ப மின்சார சக்தி மிக்குவருகிறது. நாமோ மின்சாரம் ஆற்றொழுக்குப் போலத் தொடர்ந்து பாய்கின் றது என நினைக்கின்றோம். ஆனால், இங்கோ அப்படிப்

பட்ட தொடர்ச்சியைக் காணோம். செல்லி செல்லியாகத் தனித்தனியே செல்லுகின்றது. இந்தச் செல்லிகளைப் போல மின்சாரமும் சிறுசிறு துண்டுகளாகத் துண்டுபட்டு இருக்கவேண்டும் அல்லவா? பொருள்கள் அணுக்களால் அமைந்தவை என்று சொல்லியதுபோல மின்சாரமும் மின் அணுக்களால் அமைந்ததே என்று கூறுதல் வேண்டும். மின்சாரத்திற்கும் அணுமுகத்திற்கும் உள்ள தொடர்பே, "அணுவிலும் மின்சார அமைப்பு உண்டோ?" என்னும் ஐயத்தைக் கிளப்பி விடுகின்றது. ஸ்டோனி ஜான்சன் (*Stoney Johnson*) என்ற விஞ்ஞான ஆசிரியர் இந்த மின் அணுவுக்கு எலெக்ட்ரான் என்ற பெயரையே வழங்கினார். இந்த மின் அணுவின் அளவு என்ன? இயங்காநிலை மின்சாரத் தனியன் (*alsolute electro - static unit*) கணக்கில் ($0 3 \times 10^{10}$) என்று ஆகும். அதாவது $\frac{(0{\cdot}3)}{(10^{10})}$ ஆகும். அணுத்திரளை செல்லி செல்லியாகக் கரையக் கரையக் கண்டோம். அப்போது ஒவ்வொரு கட்டாக அந்த அணுத்திரளை விடுபட்டுவரும். அதாவது ஒவ்வொரு அணுமுகமாக அற்று அற்று வரும். அவ்வாறு ஒவ்வொரு கட்டு விடுபடக் குறிப்பிட்ட அளவு மின்சாரம் செலவாகும். இந்த அளவையே மேற்கூறிய மின் அளவின் அளவு என அப்பெரியோர் கூறுகின்றார். ஆனால், அவை எல்லாம் வெறும் ஊகமே. ஆனால் மில்லிகன் (*Millikan*) என்பார் இதனைச் செய்காட்சி வழியே அளந்து காட்டுவதைப் பின்னே காண்போம்.

---

22. அறிந்தசிரிப்பே அறியாமைச் சிரிப்பு!

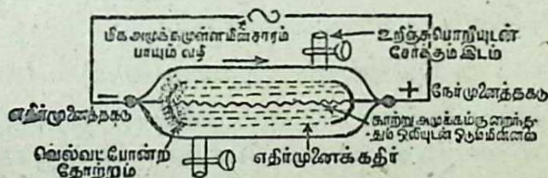
எல்லாம் அறிந்த சிரிப்பு!

1895-ல் ஒரு விஞ்ஞானி "இயற்கையைப்பற்றி அறிய வேண்டுவன எல்லாவற்றையும் அறிந்துவிட்டோம். இனி அவற்றை வகைசெய்யவேண்டியதே நம்முடைய வேலே. புதிதாக ஒன்றும் கண்டுபிடிக்கமுடியும் என நம்புவதற்கு இல்லே" என்ருர். நியூட்டன் கண்ட உண்மைகளும் பாரடே, மாக்ஸ்வெல் கண்ட மின்காந்த உண்மைகளும் இவற்றின்வழியே எழுந்த பலவகை எந்திரங்களுமே இவ்வாறு பேசச்செய்கின்றன. ஆனல், இவ்வாறு பேசிய வுடனேயே புதிர்க் கதிர் உலகத்தின் அறியாமையை விளக்கவருகிறது. "கற்றது கைம்மண் அளவு கல்லாதது உலகளவு" என்பது மறுபடியும் உண்மையாகின்றது. விஞ்ஞானிகள் செருக்கு அடங்கிப் பச்சிளங் குழவிபோல் மனம்மாறி இயற்கையின் புதியபுதிய தோற்றங்களேக் கண்டு மகிழ இன்று முற்படுகிருர்கள். இயற்கை அன்னே இருட்டில் அலேயும் தன் மக்கள் தட்டுத்தடுமாறி வரும் போது தன் உண்மை முழுதினேயும் ஒரேசமயத்தில் வெளி யிடுவதில்லே. "சிக்கெனப் பிடித்தேன் எங்கெழுந் தருளுவ தினியே" எனத் தாயின் முன்தானேயின் ஒரு முனேயைப் பிடித்ததும் இறுமாந்து பேசுகிருன் மனிதன். சிரிக்கிருள் அன்னே. கண்ட முன்தானேயே இவன்கண்ணே மறைக் கின்றது. மற்ருேர் அற்புதக் காட்சி காட்டுகின்ருள்.

"காணாததை நோக்கக் கண்டது எவ்வளவு" என்று மனம் அழுங்குகின்றான். புதியகாட்சிகளைக்கண்டு வியக்கின்றான். ஆராய்ச்சியில் பன்மடங்கு ஊக்கத்துடன் உழைக்கின்றான். "புதுப்புதுக் காட்சிகள்; அற்புதக் காட்சிகள்; என்னென்ன ஆச்சரியம்!" என அனைவரும் மருளுகின்றனர். "இவ்வளவுதான் முடிவா?" என்று எண்ணி நகையாடுகின்றாள் இயற்கை அன்னை. "இல்லை! நாம் கண்ட முடிவு மற்றோர் உண்மையின் தோற்றுவாய்" என்று செருக்கின்றிக் குழவிபோல் ஆராய்ச்சியில் முந்துகின்றவர்களே உலகிற்கு உதவும் விஞ்ஞானிகளாவர்.

எதிர்முனைக் கதிர்

காணா ஒளி என்பது முரண் அணி அமைத்துப் பாடப்படும் பாட்டைப்போன்றது அன்று. எக்ஸ்ரே (*X-Ray*) என்னும் புதிர்க் கதிர் படத்தில் நாம் அன்றாடம் காண்கின்ற உண்மையேயாம். இதனைப்பற்றிய ஆராய்ச்சிகள் மேற்கூறிய விஞ்ஞானிகளின் உலகில் தோன்றுகின்றன. கீழே உள்ள முதல்படத்தில் காட்டியபடி, ஒரு கண்ணாடிக் குழாய் – அதிலுள்ள காற்றை உறிஞ்சு பொறிகொண்டு வெளியாக்கும்படி மேற்புறம் அமைத்த ஒருவாய் – உள்ளே இரண்டு முனைக்கும் அருகே பக்கத்திற்கு ஒன்றாக எதிர் எதிர் அமைத்த இரண்டு அலுமினியத் தகடுகள் – ஒரு புறத்தே எதிர்முனைக் கம்பி – மற்றொருபுறத்தே நேர் முனைக் கம்பி – இவ்வாறு அமைத்துக் குழையிலுள்ள



காற்றினை அப்புறப்படுத்திக்கொண்டே வருகின்றனர். ஏறக்குறையக் காற்று இல்லை என்றே சொல்லிவிடலாம்.

மிக அமுக்கமுள்ள மின்சாரம் (*High Voltage Discharge*) உள்ளே பாய்கிறது. என்னகாண்கிறோம்? மின்னல் பாயும்போது தோன்றும் ஒளிபோன்றதொன்று ஒலியோடும் தாவுகின்றது. காற்று இன்னும் குறையக் குறைய மங்கலான சிவப்பு ஒளி குழாயினுள்ளே பரவுகின்றது. எதிர்முனையைச்சுற்றி வெல்வட் ஒன்றினைப் பதித்துவைத்தாற்போன்ற மெத்தென்றகாட்சி தோன்றுகிறது. இது எதிர்முனையிலிருந்து வருவதால் இதனை எதிர்முனைக் கதிர் (*Cathode Rays*) என வழங்குகின்றனர்.

ஆவிக்கேற்ற அழகு

இத்தகையகுழைகளில் பலவகை ஆவிகளையும் (*Gases*) உள்ளடைத்து மேற்கண்டவாறே பலர் ஆராய்ச்சி செய்கின்றனர். ஹைட்ரஜனை அடைத்து இதோ ஒருவர் பார்க்கின்றார். செக்கச்சிவந்த ஒளி மிளிர்கின்றது. ஆக்ஸிஜனை அடைத்து மற்றொருவர் பார்க்கின்றார். வெண்மைநிறம்; திங்கள்போலத் திகழ்கின்றது. எனவே, எதிர்முனைக் கதிர் ஒளி குழையிலிருக்கும் ஆவிக்கு ஏற்பப் பலபல அழகிய நிறங்களாக மின்னிப் பொலியும் என்பது தெளிவாகிறது. இத்தகைய குழாய்க்குள் எத்தகைய ஆவி இருந்தாலும் எதிர்முனைக்கதிர் தோன்றக் காண்கின்றோம். ஆகையால், இந்தக் கதிர் எல்லாப் பொருள்களிலும் பொதுவாகக் கிடக்கும் அமைப்பு எனல் வேண்டும்.

சுடுசெல்லி (*Therm-ions*)

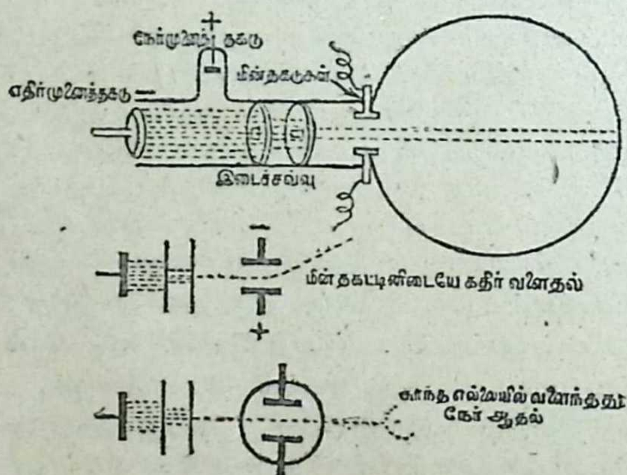
எடிசன் (*Edison*) தோன்றுகிறார். தமக்குத்தாமே அறிவூட்டி வளர்ந்து, உலகம் போற்றும் விஞ்ஞானியாகத் தம்மை உயர்த்தி, காண்போர் வியக்கத்தக்க வாழ்க்கையை

நடத்திவந்தார் இப்பெரியார். இவர் இந்நாளைய வாழ்க்கைக்கு இன்றியமையாத மின்சார விளக்கினைக் கண்டு பிடித்து உதவியதனோடு அமையாது புதிய விளக்கு ஒன்றினைச் செய்தார். இது சாதாரண மின்சார விளக்குப் போல் இல்லை. தலைப்பாகத்தில் ஒரு தட்டு அமைக்கப் பெற்று இருக்கிறது. ஒரு மின்கல அடுக்குக் கொண்டு இந்த விளக்கின் உள்ளே உள்ள திரிகம்பியைச் சூடேற்று கிறார். திரிகம்பி வெள்ளையாகப் பொலிகின்றது. எடிசன் (Edision) இந்த மின்கல அடுக்கின் நேர்முனையை (Positive End) இந்த விளக்கின்மேல் அமைத்துள்ள தட்டோடு சேர்க்கின்றார். அப்படிச் சேர்க்கின்ற வழியிலே ஒரு மின்சாரம் அளக்கும் கருவியை அமைக்கின்றார். திரிகம்பி சூடேறச் சூடேற மின்சாரம் அளக்கும் கருவியில் மின்சார சக்தியின் அளவு மிகுதியாகிக்கொண்டே வருகிறது. மின்சாரம் விளக்கினுள்ளே திரிகம்பியிலிருந்து தட்டு வழியாகப் பாய்ந்து வெளியே போகும்போது அந்தக் கருவி அதனைக் காட்டுகிறது. இவ்வாறு வெளியே போகும் மின்சாரம் எங்கிருந்து வருகிறது? திரிகம்பிக்கும் தட்டுக்கும் இடையே நேர் தொடர்பு ஒன்றுமில்லை. இடைவெளியே இருக்கிறது. நேர் முனைக்குப் பதிலாக எதிர் முனையைத் தட்டோடு சேர்த்தால் மின்சாரம் எதிர் வரக்காணோம். எனவே, எதிர்முனைமேல் பாயாது நேர் முனையோடு தொடர்புற்ற தட்டின்மேல் பாய்வது எதிர் மின் ஊட்டம் பெற்றதாகவே இருக்கவேண்டும். வேறுவழி இல்லாமையால் திரிகம்பியில் இருந்துதான் இந்த எதிர் மின்னிகள் பாயக்கூடும். இவற்றிற்குச் சூடு செல்லிகள் (Therim-ions) என்று எடிசன் பெயரிடுகிறார். எந்த உலோகத்தினாலே திரிகம்பிகள் செய்து வைத்தாலும் சூடேறியவுடன் அவற்றிலிருந்து சூடு செல்லிகள் பாய்கின்

றன. இதனுலும் இந்த எதிர்மின்னிகள் எல்லாப்பொருள்களிலும் காணக்கிடப்பதோர் அமைப்பு என்பது உறுதியாகிறது.

எதிர் மின்னி

இந்த எதிர்முனைக்கதிர் பட்ட இடம் எதிர் மின்னூட்டம் பெற்று விளங்கக் காண்கிருர், பெரின் (*Perrin*) என்ற பிரஞ்சு ஆசிரியர். எனவே, மின்னிகள் எழுவதும் அவை எதிர்மின்னூட்டம் பெறுவதும் யாரும் மறக்க முடியாதவை. ஆனுல், இவற்றிற்கும் கதிருக்கும் என்ன தொடர்பு? துப்பாக்கி வெடிக்கும்போது எழுகின்ற ஒளிக்கும் துப்பாக்கிக்கும் தொடர்புண்டா? இல்லை! அதுபோல இங்கு எழும் மின் துகளுக்கும் இந்த எதிர் முனைக்கதிர் ஒளிக்கும் தொடர்பு இல்லாமல் இருக்கலாமன்ருே? இதனை ஆராயத் தொடங்குகின்ருர் தாம்ஸன் (*Thomson*) என்ற பெரியார். ஆங்கில நாட்டு அணு ஆராய்ச்சித் தந்தையார் என இவரைக் கூறலாம். எதிரே கண்டதுபோல ஒரு



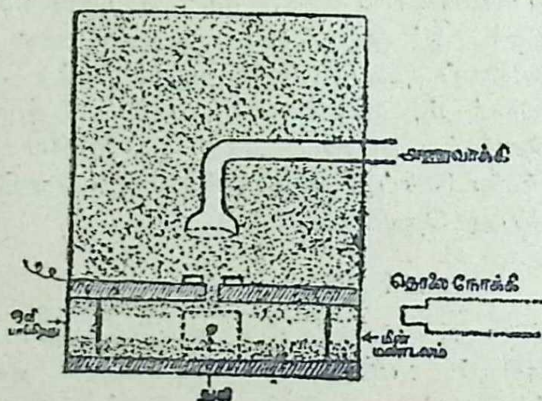
குழை அமைக்கின்றார். நேரே ஒளி பாய்கின்றது. எதிர் முனைக் கதிர் ஒளி (*Cathode rays*) மின் தட்டுகள் வழியே போகும்போது நேர் முனைக்காகச் சாய்ந்து வளைந்து ஓடுகிறது. எனவே, இதன் மின்னூட்டம் எதிர்மின்னூட்டம் என்பது தெளிவு. இவ்வாறு வளைவதனை மின்காந்தம் கொண்டு எதிர்ப்புறமாக இழுத்ததும் பழையபடி நேரே கதிர்கள் போகின்றன. முடிவிடத்தில் மட்டும் அல்லாமல் கதிர்முழுதுமே எதிர்மின்னிகளாக இருப்பது புலனாகிறது

மின்சாரம் பாய்ந்த அளவு, மின்காந்த அளவு முதலியவற்றினை அளந்து எவ்வளவு வேகத்தில் இந்தக் கதிர் பாய்கிறது எனக் காண்கிறார். மூன்றாம் படத்தில்போலக் காண்கின்றார். ஓர் ஆச்சரியமான காட்சி தோன்றுகிறது. எந்த ஆவியைப் பயன்படுத்தினாலும் அந்த ஆவியின் பொருண்மைக்கும், அதன் ஊட்டத்தின் அளவிற்கும் உள்ள தொடர்பு எப்பொழுதும் ஒன்றாகவே இருக்கக் காண்கிறார். எல்லாப் பொருள்களிலும் இந்த எதிர்மின்னி உண்டு என்பது தெரிகிறது.

மயிர் இழைக் கணக்கு

இந்த எதிர் மின்னிகளின் ஊட்டத்தை அளக்கத் தொடங்குகிறார். மின்னூட்டம் பெற்ற தண்ணீர்ச் செல்லிகள் மேகம்போல ஆவியாக இருக்கும்போது மின் தட்டுகளின் இடையே அவற்றைப் பரவவிடலாம். அப்பொழுது அவை வலித்து இழுக்கப்பெறும் அளவு கண்டு ஊட்டத்தின் அளவைக் காணலாம் என ஆராயத் தொடங்கினார். ஆனால், நீர் விரைவில் ஆவியாகமாறிப் போய்விடுகிறது. பிறகு மில்லிகன் என்பவர் நீருக்குப் பதிலாக எண்ணெயைப் பயன் படுத்துகிறார். கீழேயுள்ள நான்காம் படத்தில் கண்டபடி எண்ணெயை

அணுவாக்கும் அமைப்பு ஒன்று இருக்கிறது. இது ஓர் அறைவடிவாக முடிகின்றது. அந்த அறையிலிருந்து எண்ணெய்த் துளிகள் தாக்குண்டு செல்லிகளாகி கீழே இறங்கும். அவ்வாறு இறங்கும் இடத்தில் மேலும் கீழும் மின் தட்டுகள் வைத்து மின் மண்டலத்தினை விளைவிக்கலாம் மின்சாரம் பாயாதபோது எண்ணெய்த்துளிகள் கனத்தாலே கீழே இறங்கும். மின் மண்டலத்தில் மின்சாரம் பாயும்போது அந்தச் செல்விகளின் மின்னூட்டத்திற்கு ஏற்ப நேர் முனைத் தட்டையோ எதிர் முனைத் தட்டையோ நாடிப்போகும்.



ஆனால், திடீரென இந்தச்செல்வியின் வேகம் மிக்குள்ளும். எதனால்? மற்றோர் செல்வியில் இருந்து எதிர் மின்னி ஒன்றோ இரண்டோ பெறுவதால் ஆம். இந்த எண்ணெய்ச் செல்விகளைச் சாதாரணமாகக் காணமுடியாது. அவைகளைக் காண்பதற்கு ஒருவித ஏற்பாடு செய்வார்கள். அதாவது மின் மண்டலத்தினுள்ளே பிரகாசமான ஒளியைப் பாய்ச்சி, அம் மண்டலத்தைத் தொலைநோக்கி

கொண்டு பார்க்கும்போது ஒவ்வொன்ருக இறங்கும் செல்லித்துளிகளை நன்கு கண்டு ஆராயலாம். ஒரு குறித்த மயிர் இழை அளவு இந்தச் செல்லி மேல் எழுவதற்குப் பிடிக்கும் காலத்தினை இக் கட்டுரையின் இறுதியில் உள்ளது போலக் குறித்து வைத்துள்ளார்கள். இப்படி எல்லாம் பார்த்ததன் பயனுக எதிர் மின்னிகள் தனித் தனியாக இருக்கின்றன என்பது விளங்கிற்று. மின் ஊட்டத்தின் அளவு ஏறக்குறைய ஒன்று, இரண்டு, மூன்று, நான்கு என்று முழு முழு அளவாகக் குறிக்கக் கூடியதாக இருக்கிறது. ஆதலின், மின் அணு என்று கூற இடம் உண்டு. இந்த எதிர் மின்னியின் மின்னூட்டம் ($4{\cdot}774 \times 10^{-10}$) இயங்கா மின் நிலைத்தனியன் (*Electro Staticunits*) என மில்லிகன் (*Millican*) முடிவு செய்கின்ருர். இதுவே நேர் இயல் மின்னியின் ஊட்டமுமாம். இந்த ஆராய்ச்சிக்கு இப் பெரியார் நோபல் பரிசு (*Nobel Prize*) பெறுகின்ருர். ஆராய்ச்சி எல்லாம் நுண்ணிய கருவி அமைப்பதிலேயே இருப்பது விளங்குகிறது. ஆனுல், இவை எல்லாம் 1909 முதல் நிகழ்பவை. இதற்கு இடையில் நிகழ்வனவற்றை நாம் காணுதல் வேண்டும். அதனைப் பின்னர்க் காண்போம்.

தொலைநோக்கி கொண்டு துளியினைப் பார்த்தால், தொலைநோக்கியின் ஆடியில் ·5222 சென்டிமீடர் இடையீடுள்ள மயிரிழைக் கோடுகள் இருந்தன. இவ்வளவு தூரம் எழ எவ்வளவு நேரமாகிறது என்று கண்டார்.

கால அளவு	
12·5	[வேருெரு நிலையும் எழாமற்போனுல் ஏறக் குறைய இந்தக் கால அளவில் ஒரு மயிரிழையளவு துளி எழும்.

12·4 அதே கால அளவே; நிலைமாறவில்லை என்ப
தாயிற்று.

கால அளவு முன்னினும் 9 அளவு மிகுகிறது.
நிலை மாறியது என்றபடி. என்ன மாறுதல்?
21·8 இது நேர் மின்னூட்டம் பெற்றது. இதனை
மெல்ல எழச் செய்வது இதற்கு மாறான மின்
னூட்டம் பெற்ற செல்லியாம். ஆதலால் எதிர்
மின் செல்லி துளியிற் புகுந்தது எனலாம்.

இங்கும் 13 அளவு மிகுகிறது. ஆதலின் மேலே
34·8 போல இங்கும் துளி எதிர் மின் செல்லியைப்
பற்றிக்கொண்டதால் காலந்தாழ்ந்து எழுகிறது.

இங்கு 50 அளவு மிகுகிறது. இங்கும் எதிர்
84·5 மின் செல்லியைத் துளி பற்றியதாதல் வேண்
டும்.

85·5 ஷ

85·5-ல் இருந்து 34·6-க்குக் குறைகிறது. ஆத
லின் முன் 34·8 அளவு எழுந்ததிலிருந்து 84·5
அளவு எழ எதிர் மின் செல்லி எவ்வளவு
34·6 அளவில் பற்றப் பெற்றதோ அவ்வளவு அள
வில் இப்போது நேர்மின் செல்லியைத் துளி
பற்றுகிறது. இதனால் எதிரும் நேரும் ஒன்றை
ஒன்று மறுக்கத் துளி பழமைபோல் எழுகிறது.

---

23. காணாத ஒளிகளால் காண்கின்ற காட்சிகள்

எதிர் முனைக்கதிரின் இயல்புகள்

"காணா ஒளி என்பது முரண் அணி வரப்பாடும் பாட்டன்று" என முன்னரே கூறியுள்ளோம். எதிர்முனைக் கதிர் (*cathode rays*) காணா ஒளியின் இனம் என்றும் கூறியுள்ளோம். இனி இதுவரை மக்கள் அவனைப்பற்றி அறிந்தவற்றை ஒரு கோவை செய்து காணுதல் நல்லது.

(1) முன்னரே கண்டபடி எதிர்முனைக் கதிர் ஒளி காந்தத்தினால் போக்கு மாறும் இயல்பு உடையது.

(2) இவை பொருண்மையுடையன. துகள் போன்றவை; ஜடமேயாம். இவைகளைக்கொண்டு சிறு பொருள்களை அசைக்கலாம். மேலே கூறிய வெற்றுக்குழையில் அபிரேகத்தினால் (*mica*) சக்கரம் ஒன்றினை வழுவழுப்பான கண்ணாடி இருசில் மாட்டி அமைத்து அக்குழையின் வழியே எதிர்முனைக் கதிரைப் பாய்ச்சுகிறோம். என்ன நிகழ்கிறது? எதிர் மின்னித் துகள்களால் தாக்குண்டு ஒரு முனையிலிருந்து மற்றொருமுனைக்குச் சக்கரம் ஓடுகிறது. எனவே, எதிர் முனைக்கதிர் வெறும் ஒளி அன்று, பொருளேயாம் என்பது தெளிவாகிறது.

(3) இந்தக் கதிர்களின் வேகத்தினையும் வன்மையையும் எதிர்த்துத் தாக்கக்கூடிய ப்ளாடினம் (*Platinum*) போன்ற உலோகத்தினை இவற்றின் எதிரே வைக்கிறோம். அந்த உலோகத்தில் இருந்து வேறு ஒரு வகையான கதிர்கள் எழுகின்றன. இவற்றினைப் புதிர்க்கதிர் (*X-Ray*) என வழங்குவர்.

இந்த எதிர்முனைக் கதிரொளிக்குச் சூடேற்றும் ஆற்றலும் உண்டு. உட்புற வளைவுகொண்ட கண்ணாடியில்லை (*concave mirror*) வழியே இந்த ஒளியினை ஒருமுகப்படுத்தி அவ்வாறு செறிந்த கதிர்க் கற்றையைக் கண்ணாடிக் குழாயின்மீது பாய விடுகிறோம். சூட்டினால் கண்ணாடி உருகுகிறது.

(4) இந்தக் கதிர் ஜின்க் சல்பைட் (*Zinc Sulphide*) போன்ற உப்புகளின்மேல் பாய்ந்தால் பச்சையான நட்சத்திரம்போல மின்னிப்பொலியக் காண்கிறோம். இங்கு இவ்வாறு மின்னும் தோற்றத்தை மின்பொலி (*scintillation*) என வழங்கலாம். ஒரு சில உப்புகள் ஒளி எதிர் மின்னுவனவாம். (*Flourescent*) அதாவது இத்தகைய கதிர்கள் எதிரே இருந்தால் மட்டும் மின்னிப் பொலியும். வேறு சில ஒளி உறிஞ்சு மிளிர்வனவாம் (*Phosphoresent*) அதாவது இத்தகைய கதிர்களின் ஒளி மறைந்தாலும் இவை மின்னிக்கொண்டே இருப்பனவாம்.

நேர்முனைக் கதிரொளி

இந்த எதிர்முனைக் கதிர் ஒளிக்கு ஏற்ப, நேர்முனைக் கதிர் ஒளியும் பாயக் காண்கிறோம். 1886 ஆம் ஆண்டில் கோள்ட்ஸ்டைன் (*Gold stein*) என்ற ஜெர்மானிய

ஆசிரியர் ஒரு புதிய காட்சி காண்கிறார். இக் காட்சியிலும் முன்கண்டகுழையின் அமைப்பையே காண்கிறோம்.(பக்கம் 170 காண்க) ஆனால் இங்கு எதிர்முனைத்தட்டானது உலோகத்தால் பின்னிய வலையாக விளங்குகிறது. இந்த வலையோ குழையின் முடிவில் இல்லாமல் இடையிலே இருக்கிறது, இங்கு என்ன நிகழ்கிறது, பார்ப்போம். இதோ எதிர்முனைக் கதிரொளி புறப்படுகிறது. எதிர் முனைத் தட்டின் அருகே முன்புறத்தில் மின்மண்டலம் மிக உரம் படைத்து விளங்குகிறது. எதிர்முனைக்கதிர் பாயும்போது காற்றில் அல்லது ஆவியிலுள்ள அணுக்கள் எதிரே வருகின்றன. அந்த அணுக்களின் கோள்நிலை எதிர் மின்னிகள் (*Planetary Electrons*) எதிர் முனைக் கதிரால் தாக்கப்பெற்று எளிதில் விடுபட்டு ஓடுகின்றன. எதிர் மின்னியை இழந்த அணுக்கள் நேர் மின்னூட்டம் பெற்று எதிர் முனைத்தட்டை நோக்கிப் பாய்கின்றன. அங்குள்ள வலைக்குள் நுழைந்து ஒரு சில தப்பி அப் புறத்தே ஓடுகின்றன. ஆகவே, இவற்றை நேர்முனைக்கதிர் ஒளி (*Positive rays*) எனலாம். இந்தக் கதிர்களின் நிறம் பொன் நிறம் என இந்த ஆசிரியர் காண்கிறார். ஆனால் பின்னர்க் கதிரின் நிறம் குழையிலுள்ள ஆவிக்கு ஏற்ப மாறுவதனையும் கண்டு வெளியிடுகிறார் நைட்ரஜன் (*Nitrogen*) ஆவியானால் பொன் நிறமாம். ஹைட்ரஜன் (*Hydrogen*) ஆவியானால் ரோஜாப்பூ நிறமாம். ஆக்ஸி ஜன் ஆனால் மஞ்சள் கலந்த சிவப்பாம்: கார்பன்டை ஆக் சைட் ஆனால் பச்சை கலந்த வெளிறும். ஆசிரியர் இந்த ஒளியின் போக்கினைக் காந்தம்கொண்டு மாற்ற முடியுமா என ஆராய்கிறார். இது எதிர்முனைக் கதிரைப்போல் காந்தத்தால் வலிக்கப்படவில்லை. எனவே இதன் போக் கினைக் காந்தம் கொண்டு மாற்ற முடியவில்லை என ஆசிரி யர் முடிவுக்கு வருகிறார்.

தாம்ஸன் (*Thomson*) என்பார் 1910-இல் எதிர் மின்னியை ஆராய்ந்ததுபோல நேர்மின்னியை ஆராய்கின்ருர். ஆனுல் அதிலும் இதனை ஆராய்வது மிகக் கடுமை. நேர்மின்னியின் பொருண்மைக்கும் மின்னூட்டத்திற்கும் உள்ள தொடர்பினை அறிகின்ருர். இந்த முறையினை இவருடைய மாணவர் ஆஸ்டன் (*Aston*) என்பவர் உலகம் வியக்குமாறு சீர்திருத்தி அமைப்பதைப் பின்னர்க் காண்போம். பல பொருள்களின் கரு எடை எல்லாம் ஆக்ஸிஜனை 16 எனக்கொள்ளும் தராதர எடை முறையில் முழு முழு எண்ணுக இருக்கக்காண்கிருர். நீரியத்தின் கருவாக இருக்கும் நேர் மின் செல்வியே நேர் முனைக் கதிரில் தோன்றும் நேர் இயல் மின்னியாம். இதன் எடை தராதர முறையில் ஒன்று எனலாம். இந்த நேர் இயல் மின்னி எதிர் மின்னியைவிட 1850 மடங்கு எடை மிக்கது. ப்ரௌட் (*Prout*) என்பாரின் பழைய கொள்கை இப்பொழுது உண்மையாகிறது. "ஹைட்ரஜன் அணுவின் கருவே எல்லா அணுக்களுக்கும் அடிப்படை. இவை ஒன்று, இரண்டு, மூன்று, நான்கு என்று சேர்வதாலேயே பிற அணுக்கள் அமைகின்றன. அணு வரிசைக்கே இது அடிப்படையாம் முதலாவது பொருள்". இவ்வாறு 1920 ஆம் ஆண்டில் உலகம் என்றும் மறக்கத்தகாத தமது சொற்பொழிவில் தாம்ஸ்ன் என்பாரின் மாணவரான ருத்தர் போர்ட் (*Rutherford*) வெளியிடுகின்ருர். அதே கூட்டத்தில் வந்திருந்த ஆலிவர் லாட்ஜ் (*Sri Oliver Lodge*) என்பார் முதலாவது பொருள் என்ற கருத்தில் ப்ரோடான் (*Proton*) என்ற பெயரினை இட்டு வழங்குகின்ருர். இதுவே அதன் பெயராகி நிலைநிற்கிறது.

புதிர்

எதிர்முனைக்கதிரின் வயிற்றிலே புதிர்க்கதிர் பிறக்கும் என்றோம். அது பிறக்கும் இடத்திலேயும் போய்ப் பார்ப்போம். எதிர்முனைக்கதிர் வீசும் குழைகொண்டு ராண்(ட்)ஜன் (*Rontgen*) என்ற ஜெர்மன் பேராசிரியர் ஆராய்கின்றார். குழையின் எதிரே ஒளி எதிர் மிளிரும் உப்பு (*Floures cent salt*) தடவிய அட்டை ஒன்று இருக்கிறது. எதிர்முனைக்கதிர் பட்டதும் அது ஒளிர்கிறது. ஓய்வு எடுத்துக்கொள்ளவேண்டி அலுத்துக் களைத்த ஆசிரியர் குழையைக் கரியபொருள்கொண்டு மூடிவிட்டுப் போகின்றார். சோதனை அறைக்குத் திரும்பியபோது உப்புத் தடவிய அட்டை ஒளிர்வதுகண்டு திடுக்கிடுகிறார். மூடிய குழையை எவரேனும் திறந்தார்களா? இருட்டில் இது ஒளிர்வது எப்படி? ஒரேவழிதான் உண்டு. குழையில் எழுந்த ஒளிமூடியையும் ஊடுருவிக்கொண்டு உப்பின்மேல் பாய்ந்து ஒளிர்கிறது. இப்படித்தான் இருக்கவேண்டும் என அவருக்குத் தோன்றுகிறது. இயற்கை இப்படி ஒரு புதிரைக் கிளப்பிவிட்டது. ஆம்! இது ஒரு புதிர்க் கதிர் (*X-Ray*) தான். "உறுதியாகக் கூறமுடியாது – இனிக் கண்டுபிடிக்கவேண்டியது" என்ற கருத்தினைக் குறிக்க *X* எனக் கூறுவது கணக்குப் புலவர் வழக்கு. இதுவும் இவ்வாறு அறியாப்பொருளாகத் தோன்றியதால் எக்ஸ் என்றார் ராண்(ட்)ஜன் என்ற பேராசிரியர். விஞ்ஞான உலகம் இதனை இவர்பெயராலேயே ராண்(ட்)ஜன் கதிர் என வழங்கித் தன் நன்றியைத் தெரிவித்துக்கொள்கிறது.

ஈயத்தினூடே காணல்

எதிர்முனைக் கதிரின் எதிரே அணு எடை மிக்க டங்ஸ்டன் (*Tungston*), ப்ளாடினம் (*Platinum*) முதலிய

உலோகத் தகடுகளை ஒன்றன்பின் ஒன்றாகச் சிறிது சாய்வாக வைத்து அறிஞர்கள் வைத்துப் பார்க்கின்றார்கள். அங்கெல்லாம் இத்தகைய புதிர்க் கதிர்கள் வெளிவரக் காண்கிறார்கள். ஒளிபாயாதபடி தடுக்கின்ற ஒளித்தடைப் (*Opaque*) பொருள்கள் என இதுவரை அவர்கள் கருதி வருகின்ற உலோகம், மரம் முதலிய பொருள்கள் எல்லாம் இந்தப் புதிர்க்கதிர் முன்னே தெளிவான கண்ணாடிபோல ஒளியை உள்ளே ஊடுருவிப்பாயவிடுகின்ற ஒளி ஊடுருவிப் பொருள்கள் (*Transparent*) ஆக மாறிப்போய்விடுகின்ற புதுமையைக் கண்டு இந்த அறிஞர்கள் வியப்படைகின்றார்கள். இரும்பு முதலிய பொருள்களின் மீதும் இந்தப் புதிர்க்கதிர் விழுகின்றது. அவற்றின் பின்புறத்தில் இருக்கின்ற மனிதனுடைய எலும்புக்கூடு, இருதயம், வயிறு முதலியனவும் புகைப்படத்தில் மிக நன்றாக விழுகின்றன. கெட்டியான இரும்புப்பெட்டியில் உள்ள பொருள்கள் இந்தக் கதிர்வழியே ஒளிமறைவு இல்லாமல் நம் கண் எதிரே பரப்பிவைத்தாற்போலத்தோன்றுகின்றன. சுங்கச் சாவடி (*Custom House*) அதிகாரிகளை யாரும் ஏமாற்றிப் பெட்டிக்குள் மறைத்துப் பொன்னையோ வைரத்தையோ இனி எடுத்துவரமுடியாது. பெட்டி மூடியது மூடியது போலவே இருந்தாலும், புதிர்க்கதிர்கண்கொண்டு உள்ளே இருப்பனவற்றை எல்லாம் அதிகாரிகள் ஒன்றுவிடாமல் பார்த்துவிடுகின்றார்கள். சட்டைக்குள்ளே தோற்பையில் வைத்து மறைத்தாலும் எக்ஸ் கதிரை ஏமாற்றமுடியாது. துப்பாக்கியின் குண்டு உடம்பிற்குள் ஓர் இடத்தில் பாய்ந்து மற்றோர் இடத்தில் மறைந்திருந்தால் இந்தக்கதிர் கொண்டு அதனைக் கண்டுவிடலாம். எனவே, ஒளித்தடைப் பொருள் என்றும், ஒளி ஊட்டு பொருள் என்றும் வேற்றுமை இல்லை. இந்த வேற்றுமை அந்த அந்த ஒளிக்கு ஏற்ப வெவ்வேறாக அமையும். ஒருசில ஒளிகள் சிறிதளவே

ஊடுருவிப் பாயும். மிகமிக நுட்ப அலே அளவு உள்ள கதிர்களோ பல அடிகனமுள்ள ஈயத்தினையும் ஊடுருவிப் பாயும்.

புதிர் தோன்றுவது எப்படி ?

புதிர்க்கதிர் வீச்சின் நுட்பம் என்ன? அணு எடை மிகுந்த ப்ளாடினம் போன்ற உலோகங்களை எதிர்முனைக் கதிர் தாக்குதலால் அன்றோ இவை எழுகின்றன? எனவே எதிர்மின்னிகளின் பொருள்களைத் தாக்கும்போது எழுகின்ற ஒளி இது. இவ்வாறு எழுவதற்குக் காரணம், தாக்குகின்ற ஒளியானது பொருள்களில் உள்ள எதிர் மின்னியை விடுவிப்பதால் என முன்னரே கண்டோம். இவ்வாறு தூக்கி எறியப்பட்ட எதிர்மின்னி மறுபடியும் பழைய இடத்தில் விழுமன்றோ? அப்படித் திரும்பி விழும் போது எழுவதே இந்தப் புதிர்க்கதிர். பல மண்டலங்கள் கொண்ட அணுக்களைத் தாக்கினால்தான் பல மண்டலங்கள் அளவு உயரமாக எழுந்து திரும்பி உள்ளே விழுதல் கூடும். சில மண்டலங்கள் மட்டும் இருந்தால் அவ்வளவு உயர மாகப் போய்வரமுடியாது. அதனாலன்றோ எடை மிக்க அணுப்பொருள்களைப் பல மண்டலங்கள் உள்ள அணுக் களை எதிர்முனைக்கதிரின் எதிரே அமைக்கின்றோம். ஒரு கல்லைச் சிறிது அளவு உயரத்தூக்கி எறிவதற்கும் பல அடி தொலைவு மேலே கிளம்பி விழுவதற்கும் உள்ள வேற்றுமைபோன்றது இது. உயர வீசி எறியப்பட்ட கல் மிகுந்த ஆற்றலோடு கீழே விழும். அவ்வாறே பல மண் டலங்களைத் தாண்டி உயரக்கிளம்பித் தொலைதூரம் சென்ற எதிர்மின்னியும் மிக ஆற்றலோடு திரும்பிவிழும். அந்த ஒளியின் அலை அளவு மிகமிகச் சிறிதாம். அதாவது பொருள்களின் உள்ளே ஊடுருவிப்பாயும் திறமை அதற்கு மிகமிகப் பெரிதாம்.

ஒளியே இது

இந்தப் புதிர்க்கதிர் எதிர்முனைக்கதிரின் வயிற்றில் பிறந்ததேயானாலும் அதுபோன்றதன்று. எதிர்முனைக் கதிரோ ஜடம்–மின் துகள். இதுவோ ஜடப்பொருளன்று. வெறும் நுட்ப ஒளியேயாம். ஒளியின்வேகத்தில் (அதாவது வினாடிக்குச் சுமார் 186,000 மைல்) இது பாயும். எப் போதும் நேர்க்கோடாகவே போகும். காந்தமண்டலம் இதன் போக்கினை மாற்றமுடியாது. நாம் அறிந்த "ஒளி" யினைக்கொண்டு இதற்கும் "ஒளி" என்று திருநாமம் சூட்டுகிறோம். ஆனால், இந்த ஒளிக்கும் நாம் கண்ணால் காணும் ஒளிக்கும் ஒரு பெரிய வித்தியாசம் உண்டு. இந்த ஒளியின் அலை நீளம் மிகமிகச்சிறிது. அதனாலேதான் இது தோல், மரம்போன்ற ஒளிதடைப் பொருள்களை ஊடுருவிச் செல்கின்றது. எதிர்முனைக் கதிர்கள் இவ்வளவு நுட்ப மானவை அல்ல; அவை எதிர்மின்னிக் கற்றையேயாம்.

இருளில் சிலுவை ஒளிர்கிறது

காணா ஒளி ஆராய்ச்சி இதனுடன் முடிந்தபாடில்லை. 1896-ஆம் ஆண்டு பிறக்கிறது. பாரிஸ் மாநகரத்துப் பல்கலைக் கழகம் ஓங்கித் தோன்றுகிறது. அங்கே பாக்கரல் (*Becqeral*) என்ற விஞ்ஞானப் பேராசிரியர் பலவித உப்புக்களை ஆராய்கின்றார். சூரியன் எதிரே மின்னிப் பொலியும் இவற்றின் இயல்பு கண்டு 15 ஆண்டுகளாகக் களித்து வருகின்றார். யுரேனிய உப்பு ஒளி எதிர் மிளிரும் பொருளாம் (*Flourescent*). ஆனால் அதன் இயல்பினை அவர் அதுவரையும் அறியவில்லை. இன்று கறுப்புக் காகி தத்தில் இதனை மூடி அதன்மேல் சிலுவைக் குறியினை

வைத்து மேசையின்மீது வைக்கின்ருர். அதன்கீழே புகைப் படத் தட்டு நன்ருக மூடப்பட்டு இருக்கிறது. புகைப் படத் தட்டினை பின் எடுத்து ஆராய்ந்தபோது சிலுவை அதில் விழுந்து இருப்பது கண்டு மருள்கின்ருர். மேசையை ஆராய்ந்தபோது சிலுவை யுரேனியப் பொட்டலத்தின்மீது இருக்கக் காண்கின்ருர். ஒளி உள்ளே வராதபோது மூடி இருந்த புகைப்படத்தட்டு சிலுவையைப் படம் பிடிப்பது எப்படி? ஒளிர்தரும் பொருள் அங்கு யுரேனியம் அன்றி வேறு ஒன்றுமில்லை. யுரேனிய உப்பு ஒளியின் மிளிரும் பொருளாக இருப்பது மட்டுமன்றி ஒளி உறிஞ்சிப் பின் மிளிர் பொருளாகவும் (*Phosphorescent*) இருத்தல் வேண்டும் எனக் கருதுகிருர். "அதனுலேயே அங்குத் தோன்றிய மின்பொலி (*Scentillations*) புதிர்க் கதிர் போலக் கரிய காகிதத்தினையும் ஊடுருவிச் செல்கிறது. சிலுவைமீது பாய்கிறது. புகைப்படத்தட்டின் மூடியையும் தாண்டுகிறது, படம்பிடிக்க உதவுகிறது" என இத்தகைய ஆராய்ச்சியிற் பண்பட்ட அவர் அறிவு கூறுகிறது. "புதிர்க் கதிரை நாம் எழுப்புகின்ருேம். யுரேனிய உப்போ இக்கதிரை எப்போதும் இயல்பாகவே வீசிக் கொண்டு இருக்கிறது" என பாக்கரல் (*Becqueral*) முடிவு செய்கிருர். இவர் கண்ட இந்த யுரேனியக் கதிரை விஞ்ஞான உலகம் பாக்கரல் கதிர் (*Becqueral Rays*) என்றே வழங்குகிறது.

மின்னல் பாய்கிறது

இவர் யுரேனியத்தின் எதிரே மின்காட்டியை (*Electroscope*) வைக்கின்ருர். மேலே ஒரு தட்டு. அதி லிருந்து ஒரு தண்டு நீண்டு இருக்கிறது—அந்தத் தண்டின் முனையில் இரண்டு பொன் இதழ்கள்—இவை அத்தனையும் தட்டு நீங்கலாக மின்சாரம் புகமுடியாத கண்ணுடிப்

புழைக்குள் இருக்கும். இதனை மின்காட்டி (*Electroscope*)
(படம் 170-ம் பக்கம் பார்க்க)
என்பார். இதனில் பொன் இதழ்கள் இருப்பதால் இதனைப் பொன் இதழ் மின்காட்டி (*Gold Leaf Electroscope*) என்பர். இது எவ்வாறு வேலை செய்கிறது? நேர்மின் ஊட்டமோ (*Positive Charge*) அல்லது எதிர்மின் ஊட்டமோ (*Negative Charge*) இத்தட்டின்மீது பாயும் போது அவ்வூட்டம் தட்டிலிருந்து தண்டு வழியாகப் பாய்ந்து தங்க இதழ்களுக்கு இவ்வூட்டத்தை ஏற்றும். இரு இதழ்களும் ஒரேவிதமான ஊட்டத்தைப் பெறும். இயற்கை விதிப்படி ஒரேவிதமான ஊட்டம் ஒன்றை ஒன்று வெறுத்துத்தள்ளும் (*Like Charge repel*) எனவே இவ்விதழ்கள் ஒன்றனை ஒன்று வெறுத்து ஓடுவதே இதழ் விரிவாகத் தோன்றுகிறது. இவ்வாறு இதழ் விரிந்த மின் காட்டியின் முன் யுரேனியம் வந்ததும் என்ன காண்கிறோம். பாக்கரல் என்ற பெரியார்? விரிந்த இதழ் குவிகிறதைக் காண்கிறோம். இதழ்கள் மின் ஊட்டம் இழந்து சமநிலை அடைகின்றன. உள்ளிருந்த மின் ஊட்டத்தினை இழக்கும் வழி என்ன? எண்ணி எண்ணிப் பார்த்தபோது யுரேனிய வெளிச்சமே தோன்றுகிறது. யுரேனிய ஒளி தாக்கியதன் பயனாகக் காற்றிலுள்ள அணுக்கள் எதிர் மின்னியை இழந்து செல்வி ஆகின்றன. செல்விகள் மின்சாரக் கம்பி போல மின்சாரத்தைக்கொண்டு போவனவாம். இடை வெளி முழுதும் மின்சாரப்போக்கி (*Conductor*) ஆகிறது. மின் காட்டியில் இதழை விரித்த மின்சாரம் வெளி ஏறக் கம்பி அமைத்தாற்போல் ஆய்விடுகிறது. மின்சாரம் தப்பி ஓட வழி ஏற்படுகிறது எனலாம். இவ்வாறெல்லாம் கதிர் வீச்சு வழியே வேதி ஆராய்ச்சிகள் எங்கும் நிகழத் தொடங்குகின்றன. இந்த நிலையிலே வேறு ஒரு காட்சி எழுகின்றது. அதனைப் பின்னர்க் காண்போம்.

---

24. “தனக்கென வாழாப் பிறர்க்குரியாளர்”

கொடுங்கோலிடையே மெல்லிடையார்

கொடுங்கோல் ஆட்சியில் அளவிலா ஆசைகொண்ட நாடுகள் மேலும் மேலும் பெரிதாக விரும்பின. இப் பேராசைப் பேய்பிடித்த நாடுகளிடையே நல்ல குடி மக்கள் அமைதியாக வாழும் போலன்ட் (*Poland*) விளங்குகிறது. 1939-ல் ஹிட்லர் (*Hitler*) கொண்ட வெறிபோல அம் மக்களும் கொண்டனர். என்ன நிகழ்ந்தது? சுற்றி நின்ற பேராசைப் பேய்கள் இப் போலண்டினைப் பங்கிட்டுக் கூறு போட்டுக் கொண்டு அந்நாட்டு மொழியைக் கூட அம்மக்கள் படியாதபடி கொடுங்கோல் புரிகின்றார்கள். தாயை மறவாத பிள்ளை கள் அரசர் கண்ணிலும் மண்ணைத் தூவி மறைவாகத் தாய் மொழி கற்று வருகிறார்கள். அடிமை நாட்டில் அறிவு வளர்ச்சிக்கு இடம் ஏது? அந்நாட்டு மக்கள் வெளிநாடு சென்றே கற்றுத் தேர்ந்து சிறைப்படைகின் றனர். இதோ ஒரு சிறு குழவி விளையாடுகின்றது — பெண் குழவி. ஸ்காலாடோவாஸ்கி (*Skaladovaski*) என் பது அவளுடைய குடிப்பெயர். மேரி (*Marie*) என்பது அவள் இயற்பெயர். ஒரு விஞ்ஞான ஆசிரியர் பெண். ஆசிரியர் என்றால் எப்போதும் ஏழை நிலைதான். சிறு பொழுதில் குறத்தி ஒருத்தி இவள் கையைப் பிடித்துப்

பார்க்கிருள் "என்ன கை அம்மா! அம்மாடி! அட அட இது ஒரு பெரிய பெரிய கை அம்மா. உலகம் முழுதும் போற்றிப் புகழப் போகும் கை அம்மா" எனக் குறி சொல்லிவிட்டுப் போகிருள். ஏழைக் குடும்பத்தில் எல்லோருக்கும் நகைப்பே பிறக்கின்றது. சிறிது கற்றதும் தொலேவிற்சென்று ஒரு குடும்பத்தின் குழவிகளுக்குக் கல்வி கற்பித்து வாழ்கின்ருள். காதல் மனம் குமுறி உடைகிறது. ஏழை என்றும் செல்வவான் என்றும் எழுகின்ற மாயையின் பேயாட்டத்தை அறிகின்ருள். "கற்க வேண்டும்" என்ற பேராசை ஒன்றே அவளே வாழச் செய்கின்றது. எங்கே போய் கற்பது? பாரிஸ்மாநகரம் தான் அந்நாளில் வெளிநாட்டாரையும் சிறப்பாகப் பெண்களேயும் வரவேற்று வேற்றுமையின்றிக் கல்வி கற்பிக்கிறது. அங்கே மேரியின் தமக்கையும் கல்வி கற்கின்ருள். அவளுடைய உதவியும் கிடைக்கும் என்பது இவளுடைய நம்பிக்கை. பணம் சேர்த்துக் கொண்டு பாரிஸ்மாநகரம் செல்கின்ருள்.

பெண்ணைப் பெற்ருள்

"கால் பணத்தில் கலியாணம் - அதில் ஒரு பாண வேடிக்கை" என்பது போல மிகச் சிறிய தொகையில் உலகப் பண்பாட்டின் தலைநகரான பாரிஸ்மா நகரில் வாழவேண்டும், உண்ணவும் வேண்டும், உடுக்கவும் வேண்டும், பல்கலைக் கழகத்தில் படிக்கவும் வேண்டும். கால் வயிறு ஆறக்கூட உண்பதில்லை. ஏன் பணமில்லாத் திண்டாட்டம் தான். முனு முணுப்போ அல்லது சோர்வோ காணவில்லை. ஆனல் அடிக்கடி தலை சுற்றி விழுவது போலத் தோன்றுகிறது. இது பட்டினி மயக்கம் என அறியாது "படிப்புக்கு இத் தலைவலி என்ன

முட்டாக நிற்கிறதே" என்று சீறி விழுகிருள். மெய் வருத்தம் பாராது, பசி நோக்காது, எவ்விதமான துன்பத்தையும் பொருட்படுத்தாது தான் எடுத்துக் கொண்ட வேலையிலேயே கண்ணும் கருத்துமாக உழைக்கிருள். பல்கலைக் கழகத்து செய்காட்சி நிலையத்தில் புட்டிகளைக் கழுவி உதவி செய்கின்ருள். லிப்மன் (*Lippmaun*) என்பவரே இவளது முதலாசிரியர். நிறப்புகைப் படம் (*Colour Photography*) பிடிப்பதில் இவர் தலைசிறந்தவர். செய்காட்சிக் கருவிகளை அமைக்கும் வகையெல்லாம் மேரி இவரிடமிருந்து அறிந்து கொள்ளுகிருள். பியரி க்யூரி (*Pierre Curia*) என்ற தம் மாணவரோடு ஆராய்ச்சி செய்யுமாறு மேரியை இந்த ஆசிரியர் அனுப்புகிருர். ஒருநாள் பியரி க்யூரி புன்னகை பூத்து அன்பு கனிந்து இனிக்கப் பேசுகின்ருர். "மக்கள் சமுதாயத்திற்கும் விஞ்ஞானத்திற்குமாக நம் வாழ்க்கையை ஒன்ருகக் கலக்க வைத்து காதல் வெள்ளமாகப் பொங்கும்படிச் செய்தால் எவ்வளவு நன்ருக இருக்கும்" என்று கொஞ்சுகிருர். மேரியின் நெஞ்சம் இந்தக் குரலுக்கு ஏற்பக் குழைந்து உருகுகிறது. 1895-ல் இருவரும் மணக்கின்றனர். மேரி க்யூரி என்று அம்மையார் தோன்றுகின்ருர் என்ருலும் ஏழ்மை நீங்கியபாடில்லை. அம்மையார் பள்ளி ஆசிரியராக அமர்ந்துவிட்டு வேலையையும் பார்த்துக் கொண்டு விஞ்ஞான ஆராய்ச்சியும் செய்துவருவது இவராலின்றி வேறு ஒருவராலும் முடியாது. தனக்குப்பின் தான் பெற்ற நோபல் பரிசைப் (*Noble Prize*) பெறப் போகின்ற ஐரீன் (*Irene*) என்ற மகளைப் பெறுகின்ருள். ஏழ்மையிலும் இந்தப் பெண்ணைப் பெறுவதும் வீரச் செயலே ஆகிறது. பெண்ணை வளர்ப்பது அதனினும் வீரமே. விஞ்ஞான ஆராய்ச்சி செய்யும் இடமோ

காலங்கண்ட அறை. முழுவதும் ஓட்டை, இல்லிக்கூரை, காற்றுவர இடமே இல்லை; மழை பெய்தால் ஆராய்ச்சி யாளருக்குத் திருமஞ்சனம் நடக்கும். இவ்வழகிய அறை யில் வேலை செய்கிறவர்களை வெயில் காலத்தில் பார்த்தால் (புழுங்கி வேர்த்து வடிவதால்) திருமஞ்சனம் ஆடினவர் கள் போல் இருப்பார்கள். பனிக்காலத்தில் எலும்பெலாம் நடுங்குவது போன்ற குளிர் எடுக்கும். இங்குதான் ஆராய்ச்சி. வீட்டுக்குப் போகாது குழந்தையைப் பாராது கண்டதனைத் தின்று சிலபோது இரவும் பகலுமாக ஆராய்ச்சியை நடத்துகின்றுள். இவர் ஆராய்ச்சி செய் கின்ற பொருளோ உடலைத்தின்று அரிப்பது. கதிர்வீச்சின் கொடுமையை அறிவோம். ஒரு முறை பியரியின் கை எரிகிறது. அம்மையின் உடல் முழுதினையும் கதிர்வீச்சு இயக்கமே அரித்துத்தின்று அவர்களை விண்ணுலகுக்கு ஏற்றி விடுவதனைப் பின்னர்ப் பார்ப்போம். இந்த நிலை யில் எதற்கும் அஞ்சாது, எதனையும் பொருட்படுத்தாது முணுமுணுப்பின்றி, முகமலர்ச்சியோடு, தாங்கள் பெற்ற பெண்ணையும் விஞ்ஞானப் பெண்ணையும் வளர்க்கின்றது தான் வியப்பினும் வியப்பு.

முதற்பெண்

பாக்கரல் என்ற பேராசிரியர், யுரேனியம் என்ற பொருள் தானகவே கதிர்களை வீசி நிற்பதனைக் காண்கின் ருர். இவரது ஆராய்ச்சியினைப் பின்பற்றி அம்மையார் ஆராய்கின்ருர். "இவ்வாறு கதிர் வீச்சு இயக்கம்பெற்ற பொருள்கள் வேறு உண்டோ" என்பது முதல் ஆராய்ச்சி. எல்லாப் பொருள்களையும் ஒன்ருக ஆராய்ந்தபோது தோரியம் (*Thorium*) என்னும் மற்ருெரு பொருளும் யுரேனியம் போலவே கதிர்வீசி நிற்கின்றதனைக் கண்டு

வியந்து அச்செய்தியை வெளியிடுகின்ருர்· பிச்சுக் கட்டியி லிருந்து (*Pitch Blende*) கண்ணுடிக்காக யுரேனியத் திணைப் பிரித்து எடுப்பார்கள். மிகுதி நிற்பதில் எழும் கதிர் வீச்சு இயக்கம் யுரேனியத்தில் காணப் பெறுவதினும் நான்கு மடங்கு மிக்கு விளங்கக் காண்கின்ருர். ஏழை களுக்கு ஆராய்ச்சி செய்யவேண்டிய அளவு பிச்சுக்கட்டியும் கிடைக்குமா? ஆனுல் அம்மையாருடைய நல்லகாலம் ஆஸ்டிரியத் துரைத்தனம் யுரேனியம் பிரிந்த பின் வீணே குப்பையாகக் கிடந்த பிச்சுக் கட்டியில் ஒரு டன் அம்மை யாருக்கு அனுப்புகிறது. அதனை உருக்கிக் காய்ச்சி அதி லுள்ள பல பொருள்களையும் வலிந்து பிரிக்கின்ருர் அம்மை யார். என்ன என்ன வேலை இது? உஸ் என்று ஊதினுல் கீழே விழும் இந்த உடலம். உள்ளத்து உறுதியினுல் இரும்புத் துடுப்புக்கொண்டு உடம்பெலாம் வேர்வை நீர் ஆறுபோல் பாய, தன் உரமெலாம் ஒன்றுதிரட்டி, பிச்சுக் கட்டிக் குழம்பைக் கிண்டுகிருள் அம்மையார். வேண்டாத பொருள்களை எல்லாம் இதிலிருந்து படிப்படியாக நீக்கி வருகிருள். முடிவில் பேரியம் சல்பேட் (*Barium sulphate*) போன்ற பொருள் எஞ்சி நிற்கின்றது. பேரியத்தினையும் பிரித்து எடுக்கின்ருர். 1898-இல் இதுவரையும் உலகம் தனித்துக் காணுத ஒரு பொருள் எழுகின்றது. இந்த அம்மையார் பிறந்த நாட்டின் நினைவாகப் பொலோனியம் (*Polonium*) என்ற பெயரை அது பெறுகின்றது. இது தான் அம்மையார் பெற்ற முதல் விஞ்ஞானப் பெண். ஆனுல் நிலைத்திருக்கின்ற பொருளன்று இப் பொலேரனியம்.

மின்னுருவாள்

1898-ஆம் ஆண்டு ஜூலை மாதம் காதலர் இருவரும் இதுகண்டு விஞ்ஞானக் களிநடம் புரிகின்றனர். ஆனுல்

இவற்றினையெல்லாம்விட ஒளி வீசும் பொருள் ஒன்று உண்டு என்பது தோன்றுகிறது. ஒரு டன் பிச்சுக் கட்டி யோடு 5 டன் வேதிப் பொருள்கள் கலந்து கரைத்துக் காய்ச்சிப் பிரிக்கின்றனர். நான்கு ஆண்டுகளாகச் செய்த ஆராய்ச்சி முடிகின்றது. இடையிலே பியரி இந்த அல்லற் கிடையே மேரி அம்மையார் வாடி வதங்குவது கண்டு, "இந்த ஆராய்ச்சியைப்பற்றிப் பின்னே பார்த்துக்கொண்டால் என்ன?" என்று தன்னால் கூடியவரை அம்மையாரிடம் தடுத்துக்கூறியும் அவளோ விடாப்பிடியாக எடுத்த வேலையை நிறுத்த மனதில்லாது செய்து முடிக்கின்றாள். டன் டன்னாகப் பலநாள் தொடர்ந்து காய்ச்சியதில் எவ்வளவு மிஞ்சியது? 6 அரிசி எடைதான். அந்தப் பொருளின் அணு எடை என்னவாக இருக்கும் என்று கண்டு பிடிக்கின்றாள். அணு எடை 1·226–(அதாவது 225·97). ஒரு டன் பிச்சுக் கட்டியில் பாதி அளவு (50%) யுரேனியம் கிடைக்கிறது. இந்த எஞ்சிய பொருளே ($\frac{1}{200}$) அவுன்ஸ். அதாவது $2\frac{1}{2}$ அரிசி எடையேதான். இதனுடைய அணு எடையும் மிக நுட்பமாகவும், சரியாகவும் கண்டு பிடிக்கின்றாள். திருவள்ளுவர் இத்தகைய பெண்களைக் கண்டிருக்க வேண்டும். திண்மை என்ற பதத்தின் முழுக்கருத்தையும் அவர் உணர்ந்ததால் அல்லவோ "பெண்ணிற் பெருந்தக்க யாவுள." என்றார். இந்த மன திடம் பெற்றதால் அன்றோ சலிப்பு –(*Fatigue*) கவலையீனம் (*Negligence*) பராமரிப்பு இவை எல்லாம் பறந்து ஓடிவிட்டது. இரவு 9 மணி, குழந்தையைக் குளிக்க வைத்துப் பாலூட்டித் தாலாட்டித் தூங்க வைக்கின்றாள் தாய் அல்லவா! தாய்மை எப்படி அவளைவிட்டு நீங்கி இருக்க முடியும். தந்தை இதனை எப்படி அறிவார். அவருக்குக் குழந்தையிடம் இவ்வளவு அன்பும் உண்டு. ஆனால்

அவர் தந்தை என்பதையும் நாம் நினைவில் வைத்திருக்க வேண்டும். "குழந்தையைத் தவிர" உனக்கு வேறு வேலை இல்லையா? என்கிறார் விஞ்ஞான சமாதியிலிருந்து எழுந்து வெளிவந்த யோகி பியரி. கணவனையே தெய்வமாகப் போற்றும் கற்புடைய நங்கை கீழே இறங்கி ஓடோடி வருகின்றாள். இவளை ஏன் தமிழ்ப்பெண் எனலாகாது? புதுப்பொருளைக் கண்ட களிப்பினை அடக்க முடியவில்லை. "அங்கே (*Laboratry*) போனாலோ?" என்று கொஞ்சுகின்றனர். அம்மையாரும் பியரியும் ஆராய்ச்சி நிலையத்திற்குப் போகத்தான் துடிக்கின்றார்கள். கைகோத்துக் காதலர் இருவரும் கம்பீரநடையுடன் செல்கின்றார்கள். கதவைத் திறந்ததும் விளக்கினை ஏற்றவேண்டாம்" எனச் சிரிக்கின்றார் அம்மையார். "அழகிய நிறமுள்ளதாக ரேடியம் (*Radium*) இருக்கவேண்டும் என்று நீங்கள் விரும்பினீர்கள் அல்லவா? என்று நினைப்பூட்டி நகைக்கின்றார். மனிதன் காணும் கனவுகளைவிட இயற்கையோ எழில் மிக்கு ஒளிர்கின்றாள். இருட்டிடையே தொங்கும் நீலவான் மீன்போல மின்னிப் பொலிகிறது. மூச்சை எல்லாம் அடக்கிக்கொண்டு மெல்ல மெல்ல "அதோ பாரும்! அதோ பாரும்!! அதோ பாரும்!!! என்று கூறிப் பேர் இருட்டில் பெரு மௌனத்தில் பேர் அமைதியில் கலக்கின்றார். குழந்தை அருகில் உட்கார்ந்ததுபோல இந்தக் குழந்தை அருகிலும் அன்புகுழைய அமர்ந்து விழுகின்றார். மின் மினிபோல் மின்னும் இந்த மாயைப் பிள்ளைமேல் அம்மையாருக்கு எழுந்த தாய்மை அன்பினை என்னென்பது? சமாதி கூடினார் என்றே கூறினாலும் மிகையாகாது. காதலர் (பியரி) மெல்லவந்து அம்மையாரின் தலையை அன்பாகத் தடவுகின்றார். "சோதியே சுடரே சூழ்—ஒளி விளக்கே" என மாணிக்கவாசகர் ஆண்டவனைக் கண்டு

ஆடிப் பாடியதுபோல இந்தக் காதலர்கள் ரேடியத்தினைக் கண்டு களிக்கின்றார்கள். காதல் வெறியாக அன்றி விஞ்ஞான வெறியாக அமைந்த இந்தக் காதல் வாழ்க்கையை என்னென்பது. நான்கு ஆண்டுகளாகப் பட்டபாட்டின் பயன் (1902-ஆம்ஆண்டில்) இதோ ஒளிர்கிறது. யுரேனியக் கதிரைவிட 25 லட்சம் மடங்கு சிறந்து மிளிர்கிறது. பிற பொருள்களுக்குச் சூடு வெளியில் இருந்து வரும். இதுவோ தன்னிற்றானே சூடுகொண்டு கொதிக்கிறது. பார்த்தால் சோற்றுப்புபோல்தான் இருக்கிறது. இது ஈயத்தினையும் ஊடுருவிச்சென்று படம் பிடிக்கும்—சுற்றியுள்ள பொருள் களில் சூடேற்றும்—மின் மண்டலமாக்கும். இதன் பயனாகப் பல பொருள்கள் ஒளி உறிஞ்சி மிளிரத் தொடங்குகின்றன. காற்றிலுள்ள அணுக்களைச் செல்லியாக்கும் பிற அணுத்திரள்களும் பிரியும். நோய்க்கிருமிகள் முதலிய இது பட்டதும் சாகும். வாசலைன் (*Vasceline*) கட்டியாகும்—வளையும். ரப்பர் (*Rubber*) போன்ற பொருள்கள் கல்போல இறுகி இற்றுவிழும். இதன் திருமுன்பு வைரம் மாய ஒளி கள்வீச அற்புதக் காட்சிகள்தரும். "அம்பலத்தில் கண்ட காட்சிகள் அற்புதக் காட்சியடி" என்று இராமலிங்க சுவாமிகளோடு நாமும் கலந்துகொண்டு பாடவேண்டும்.

தனக்கெனவாழாப் பிறர்க்குரியாளர்

இத்தகைய ரேடியத்தினைத் தனித்துப் பிரிக்கும் முறை இத்தம்பதிகளுக்கேதான் தெரியும். இதனை இரகசியமாக ஒரு சிலருக்கே தெரிவித்தால் கோடிக்கணக்காகப் பணம் தருவதாக முதலாளிகள் இவர்களை இரங்கிக் கேட்டுக் கொண்டனர். ஆனால் அம்மையாரோ இதனை மறைவாக வைத்திருப்பது விஞ்ஞானிகளின் மரபு அன்று என்று ஒரு செல்லாத காசும் வாங்காது இந்த முறையினை உலகிற்

கெல்லாம் பறை அறைந்து வெளிப்படுத்துகிருர். விஞ்ஞானத்திற் பெற்றதை எல்லாம் விஞ்ஞானத்திற்கே வாரி வழங்குகின்ருர். முதன் முறை அமெரிக்கா கொடுத்த ரேடியத்தைப் பாரிஸில் ஆராய்ச்சி நிலையத்திற்குத் தந்து உதவுகின்ருர். இரண்டாம் முறை பெற்றதை எல்லாம் தன்னுடைய தாய் நாடாகிய போலாண்டில் (Poland) எழுந்த ஆராய்ச்சி நிலையத்திற்குத் தந்து உதவுகிருர். இதற்கிடையே இவள் வாழ்வில் ஓர் இடி மழை தோன்றுகிறது. அது பூமியிலும் இடி மழையாக விழுகிறது. பியரி ஏதோ வாங்கிவர கடைத்தெருவுக்குப் போகிருர். ஒரே காற்று மழை. பின்னே வருகின்ற வண்டியின் சப்தம் காதில் விழவில்லை. எதிரே இருக்கின்ற பொருள் கண்ணுக்குத் தெளிவாகவும் தெரியவில்லை. என்ன நெருக்கடி. வீடு திரும்ப வேகமாக வருகிருர். அந்தோ! விதி யாரை விடும்! உயிரை வெளவ வந்த எமன் சும்மா திரும்பிப் போவானு? மேரியின் கணவன் பியரி என்று மனம் இரங்குவானு? உயிர் போக ஒரு காரணம் வேண்டாமா? மழையில் அடி சறுக்கி விழுகின்ருர். என்றும் எதினின்றும் சறுக்காத அடி எமன் முன் சறுக்கியது. பின்னே வேகமாய் ஓடிவந்த குதிரை வண்டி இவர்மீது ஏறியது. வண்டியின் கீழே அகப்பட்டுக் கொண்டார். மண்ணுலகை விட்டு விண்ணுலகம் சென்ருர். பூத உடல் நீங்கியது. — அழிந்தது. என்றும் அழியாத புகழினை உலகிலே நிலைநாட்டினுர். இது கேட்ட அம்மையாரோ ஓயாத் துயரக் கடலில் மூழ்கினுள். மனம் குன்றியது. எனினும் கணவனின் நினைவினை நிலைநாட்ட எண்ணித் தொடர்ந்து விஞ்ஞான ஆராய்ச்சியை நிகழ்த்தி வருகின்ருர். எண்ணித் துணிந்த வேலை. அதனைப் பூர்த்திசெய்து தான் தீரவேண்டும். வீரத்தாய் அல்லவா? இந்த

நூற்றுண்டில் எழுந்த முதல் ஐரோப்பியப்போரில்(1914–1918) காயம் பட்ட வீரர்களுக்கு ரேடியம் மருத்துவம் செய்ய எங்கும் ஓடோடி படாத பாடுபடுகிறுர். ரேடியக் கதிரே இவள் உயிரைக் கொள்ளை கொள்ளப் போகும் எமன். இதனை எப்படி அறிவார். எலும்புக் குருத்தும் வேலை செய்யதபடி இக் கதிர் அம்மையாரின் உடலை அரித்துத் தின்கிறது. 1934-ம் ஆண்டு ஜுலை மாதம் 6-ம் தேதி நண்பகல் பொறுக்க முடியாத துயரத்தை எல்லாம் பொறுத்து இருந்த அந்த மெல்லிய தனிப்பெருந் தேவியார் மண்ணுலகை விட்டு மறைகின்ருர். உலகிற்கே ஈடு செய்ய முடியாத ஒரு பெரு நஷ்டம் ஏற்பட்டது என்பதில் ஐயம் இல்லை. முதல் முதல் நோபல் பரிசு (*Noble Prize*) பென்ற பெண்மணி இவரே. இரு முறை நோபல் பரிசு பெற்ற மனித வடிவம் இது ஒன்றேயாம். இவர் வயிற்றிற் பிறந்த ஐரீன் (*Irene*) எப்படி இருப்பாள். தாய்க்கு ஏற்ற பிள்ளையாக அல்லவா இருக்க வேண்டும். மகள் தாய்க்கு ஆற்ற வேண்டிய கடமையை ஆற்றினுள். இவரும் நோபல் பரிசு பெறுகின்ருர். இவள் நீடு வாழ்க.

இயற்கைப் போர்ச் செய்திகள்

1895-ல் விஞ்ஞானிகள் இனிக் கண்டுபிக்க ஒன்றும் இல்லை என்று கூறிய அறிவாளிகளின் பேச்சி அறிவிலிகளின் பிதற்றலாக இவ்வாறு முடிகிறது. நாளுக்கு ஒரு கதிரினைப் பற்றி விஞ்ஞானிகள் பேசி வருகின்றனர். உலகம் வியக்கின்றது. மக்கள் போர்ச் செய்தியை எதிர் பார்த்து நிற்பர்; அறியத் துடிதுடிப்பர். ஆனுல் போரில்லாதபோதும் மக்கள் விஞ்ஞானப் புலவர்கள் வெளியிடும் புதுக்கதிர் ஆராய்ச்சிகளை அறிய மக்கள் மனம் துடி துடிக்கின்றது. தினசரி பத்திரிகை வாங்கியதும் என்ன

விஞ்ஞானப் புதுமை வெளியாகிறது என்றே காண விரைகின்றனர். இவ்வாறு 19-ம் நூற்றூண்டு பொழுது சாய்ந்து மறைகிறது. 20-ம் நூற்ருண்டு விடிந்து பிறக்கிறது.

அணுவினைத் துளைத்தல்

ஞானக்கண் பெற்று ஞான சூரியன் போல் உதயமாகின்றவர் யார்? அதோ அங்கேயே நின்றுகொண்டு கிழக்கினையே விடாது பார்த்துக் கொண்டிருக்கின்ருர். அணுவின் உளவினை எல்லாம் துப்பறியும் ஞானியாம் ருதர் போர்ட் (*Sir Earnest Rutherford*) தான் இவர். அணுவினைத் துளைத்தால் அண்ட முழுவதையும் விரல் நுனியில் வைத்து ஆட்டலாம் என்ருர். இதனைப் பின்னர் காண்போம்.

---

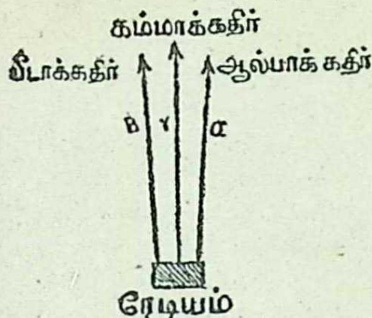
25. சுடர் நோய்களைத் தெள்ளிப் புடைத்துச் சலித்துப் பிரித்தல்

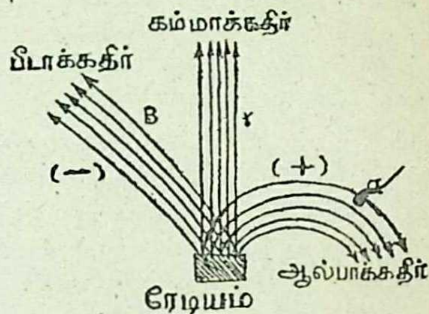
முச்சுடர்

அணு எடை மிகுந்த பொருள்களாகிய யுரேனியம், ரேடியம் என்கின்ற பொருள்கள் இயற்கையாகவே, சதா காலமும் ஒளிவீசிக்கொண்டு கதிர்வீச்சு ஆற்றலை வெளிப் படுத்தியவண்ணம் நிற்கின்றன என்பதை யாவரும் அறிவர். இவற்றிலிருந்து வெளிவரும் கதிர்கள் மூன்று வகைப்படும் என விஞ்ஞான ஆராய்ச்சியில் விளங்கியது. தாம்சன் (*Thomson*) என்பார் காந்தத்தினைக்கொண்டு இவற்றினைப் பிரித்து ஆராய்ந்தார்.

மேலேகாட்டிய படத்தில் முச்சுடர்களும் காந்தம் அருகே வருவதற்முன் ஒருங்குசேர்ந்திருந்தது. காந்தம் வந்ததும் மூன்று திசைகளுக்காகத் தலைகளைத் திருப்பிக்கொண்ட காட்சி மிகவும் வியக்கத்தக்கது. ரேடியக்கரு சிதைகிறது. ஆல்பாக் கதிர்கள் (*X-Rays*) மின்னூட்டம் பெற்று ஒரு புறம் உந்தப்படுகின்றன. இவை ஹீலியத்தின் கருவாகும். இவற்றின் அணு எண் இரண்டு; மின் ஊட்டமும் இரண்டாம். இதன்வேகம் ஒளியின்வேகத்தில் பதினேந்தில் ஒருபங்காம். அதாவது வினடி ஒன்றிற்கு சுமார் 12000 மைல் வேகத்தில் செல்கின்றன. துப்பாக்கியினின்று வேகமாக ஓடும் குண்டின் வேகம் வினடிக்கு அரைமைல் தான். எனவே ஆல்பாக்கதிர்கள் மனிதன் கையிலுள்ள

ரேடியமும் அதன் கதிர் வீச்சும்.





வேகமான ஆயுதங்களிலெல்லாம் ஓர் சிறந்த ஆயுதம். இதுவரை துப்பாக்கிக்குண்டின்வேகத்திலும் சிறந்தவேகம் கிடையாது என்று எண்ணி இருந்தனர். இன்னும் ஒரு வியப்பு உண்டு. கையிற்கொண்ட ரேடியத்தில் விநாடி நேரத்தில் சிதைவது ($\frac{1}{1000000000000}$) பங்கேதான் ஆயினும் ஒரு கிராம் ரேடியம் ஒருவிநாடி நேரத்தில் வெளியே ஆல்பாக்கதிர் வீச்சாகத்தள்ளும் ஆல்பாக்கதிரின் (ஹீலியக் கருவின்) எண்ணிக்கையோ (43,000,000,000) இந்த எண்ணைக் காணும்போது நமக்கு ஒன்றும் விளங்கவில்லை. மிகச் சிறிய பகுதி ஒருபுறம்; மிகப் பெரிய பகுதி மற்றொரு புறம் காட்சி அளிக்கிறது. இதுமட்டுமா? ரேடியச்சிதைவு மிகமிக உஷ்ணநிலையாக இருப்பினும் சரி, (உலைக்களம்) அல்லது மிகமிகக் குளிர்ந்த (ஆர்க்டிக் பிரதேச) நிலையாக இருப்பினும் சரி; வெளிவீசப்படும் ஆல்பாக்கதிரின் அளவு விநாடிக்கு ஒரே அளவுதான். எந்தப்பொருளினின்று இக்கதிர்கள் வெளிவருகிறதோ அந்தப்பொருளுக்கு ஏற்ப

இதன் தொடர்பிலே வேகம் மாறும். காந்தத்தின் எதிரே ஆல்பாக்கதிர்கள்போன திசைக்கு எதிர்வாட்டமாகப் போவன பீடாக்கதிர்களாம் (*B-rays*). இவை அதிகம் வளையாது மேலே ஓடுகின்றன. இவை எதிர்மின்னிகள் (*Electrons*) எனக் கண்டனர். இவை ஏறக்குறைய ஒளியின்வேகம்போன்ற வேகமுடையவை. கம்மாக்கதிர்கள் (*Y-rays*) வலப்புறமோ இடப்புறமோ சாயாமல் நேரே போகின்றன. இவை மின்துகள் அன்ரும், ஒளியேயாம். ஒளிவேகமே இவற்றின் வேகமும் எனக் கண்டனர். பீடாக்கதிர்களும், கம்மாக்கதிர்களுமே புற்றுப்புண்கட்டி (*Iumonr*) தோல் வியாதி சதைவளர்ச்சி இவைகளைக் குணப்படுத்த வைத்தியரால் இன்று கையாளப்பட்டு வருகின்றன. இவ்வாறு வைத்தியத்தில் பயன்படும்போது இவற்றில் மூலப் பொருள்களாகிய ரேடியோ நேராக உடம்பைத் தொடுவதில்லை. ஒரு இரும்புக் குழாயினுள்ளே அதனைப்புகுத்தி நோயுள்ள பாகத்தின் அருகே அதனை வைக்கின்றனர். இவ்வளவு ஆற்றலுடைய ரேடியம் அதனை நன்கு உணராத மக்களுக்கு இன்னல்களை விளைவிக்கிறதாம். உதாரணமாகக் கைகளையும் மற்றும் உடம்பில் நுட்பமான பாகங்களையும் இக்கதிர்கள் தாக்குமாயின் தசை கரிந்து எரிந்துவிடுகிறதாம். இவ்வாறு ஏற்படும் புண் கதிர்கள் தாக்கிய உடனே அங்குக் காணப்படுவதில்லை. தாக்கின பல நாட்களுக்குப் பிறகுதான் இவை கண்ணுக்குப் புலனாகின்றன. இவ்வாறு உண்டாகும் புண் சீக்கிரத்தில் குணப்படுவதும் இல்லை.

திருவாதிரைக்களி

நேர்மின் ஊட்டமும் எதிர்மின் ஊட்டமும் பெற்ற மின்துகள்கள் எழுவதனைக் கண்ட தாம்ஸன் அணுவின்

அமைப்பு எப்படி இருக்கலாம் என எண்ணத் தொடங்கினர். ஜெல்லி (*Jelley*) என்று ஆங்கிலேயர்கள் அறிந்த ஒன்றை அவர் நினைத்துப் பார்த்தார். நமக்கோ திருவாதிரைக்களி நினைவிற்கு வருகிறது. ஒவ்வோர் அணுவும் ஒவ்வோர் களி உருண்டையாம். அதிலே கிடக்கும் ஏலரிசித் தூளே மின்னிகளாம். எதிர் மின்னியும், நேர் மின்னியும் சரிநிகர் சமானமாய் இருப்பதால் அணு சமநிலையில் இருக்கிறது. இந்தக் களி உருண்டை விளக்கமே தாம்ஸன் கூறிய விளக்கமாகும்.

தேன் கூண்டு

இவருடைய மாணவரே ருத்தர் போர்ட் (*Ruther ford*) என்ற பெரியார், அணுவின் உளவினை எல்லாம் கண்டறிந்து கூறியவர் இவரேயாம். இவரைச் சுற்றிச் சிறந்த ஆராய்ச்சியாளர்கள் தேனில் ஈக்கள் மொய்ப்பதுபோல மொய்த்துக்கொண்டு அவரோடு ஒத்து உழைத்தனர். நல்ல ஆராய்ச்சிவாணராம் மணிகளைக் கண்டு எடுக்கும் இவர் ஆற்றலும், அந்த மணிகளைச் சாணை பிடித்து பட்டைதீற்றிப் பொலியச் செய்யும் திறமும் விஞ்ஞான உலகினை வாழ வைத்தன. 1895-ஆம் ஆண்டில், 24 வயது குமாரனும் இவர் தம்முடைய தாய் நாடாகிய நியூஜிலாண்டை (*Newjealand*) விட்டு விட்டு, இங்கிலாந்தில் தாம்ஸன் கீழ் ஆராய்ச்சி வாணராகத் தொண்டுசெய்ய வந்தார். 'என் கடன் பணி செய்து கிடப்பதே' என்ற உறுதிப்பாட்டுடன் வந்த இவர், கேம்பிரிட்ஜ் (*Cambridge*) பட்டணத்தில் இருக்கும் காவண்டிஷ் செய்காட்சி நிலையத்தில் (*Cavendish Laboratory*) செய்த ஆராய்ச்சி தலைசிறந்தது. 27-ஆம் வயதில் மாக்கில்(*Mogill*)பல்கலைக் கழகத்தில்(அமெரிக்காவில்)

விஞ்ஞானப் பேராசிரியராக விளங்கினர். 1907-ம் ஆண்டில், மாசெஸ்டருக்குப் (*Manchester*) பேராசிரியராகத் திரும்பினர். 1908-ல் அணு ஆராய்ச்சியின் திறத்திற்காக நோபல் பரிசு பெற்றார். 1919-ம் ஆண்டில் தாம்ஸன் என்பாருக்குப்பின் தாம் கற்ற சாவெண்டிஷ் செய்காட்சி நிலையத் தலைவர் ஆயினர். 1931-ல் ருத்தர்போர்ட் பெருமானர் (*Lord Rutherford*) என அரசியலார் பட்டம் வழங்கி இவரைப் போற்றிப் புகழ்ந்தனர். 1937-ம் ஆண்டில் இப்பெரியார் உலகினை நீத்தார்.

I

வட்டங்கள் அணுக்கள், உள்ளேயுள்ள புள்ளிகள் அணுவின் கரு.

1, 2, 3, 4, எனக் குறிப்பிட்டவை அணுவின்மேலே பாயும் எதிர் மின்னிகள்.

1× என்ற எதிர் மின்னி முடிவிலுள்ள அணுவின் கருவருகே செல்லும்போது வலித்து இழுக்கப்பெற்று வளைந்து ஓடி வெளி ஏறுகிறது.

2× என்ற எதிர் மின்னி எந்தக் கருவின் அருகும் வராது வெட்ட வெளியிற்போவது போல நேரே ஓடுகிறது.

3× என்ற எதிர் மின்னி மூன்றும் அணுவில் உள்ள கருவினுக்குள் சிக்கிக்கொண்டு அங்கேயே நின்றுவிடுகிறது.

4× என்ற எதிர் மின்னி எதிரிலுள்ள நான்காவது அணுவின் கரு அருகே வருவதால் நேர் மின்னூட்டம் பெற்ற கபிலிற்காகச் சாய்ந்து ஓடி வெளியேறுகிறது.

II

பொலோனியத்திலிருந்து ஆல்பாக்கதிர்கள் எழுகின்றன. நான்கு ஆல்பாக்கதிர்கள் எழுந்து ஓடுவதனை மேலே காணலாம். இடையே அலுமினியத்தகடு இருக்கின்றது. இதனுள்ளே ஊடுருவிச் செல்கின்றன ஆல்பாக்கதிர்கள். பின்னர் துத்தநாகசல்பைட் தடவிய திரை மீது விழுகின்றன. நட்சத்திரங்கள் போல் மின்னொளி திரையில் விழுந்த இடத்தில் எழுகின்றன. அலுமினிய அணு வட்டமாகக் கட்டப்பட்டுள்ளது. வட்டத்துள்ளே புள்ளியாக அணுக்கரு காட்டப்பட்டிருக்கிறது. 1, 4, என்ற ஆல்பாக் கதிர்கள் கருவிற்கருகே வராமையால் அவற்றால் வலிந்து தள்ளப்பெறாமல் நேரே ஓடித் திரையில் விழுகின்றன. 2, 3 ஆல்பாக்கதிர்கள் கரு அருகே வந்து தள்ளப்பெற்று வளைந்து ஓடி விழுகின்றன.

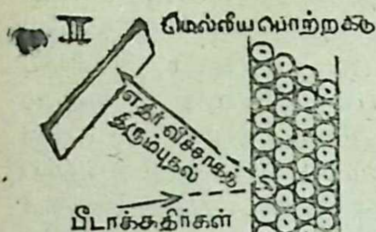
சாளர வலைக்குள்ளே கொசுகு

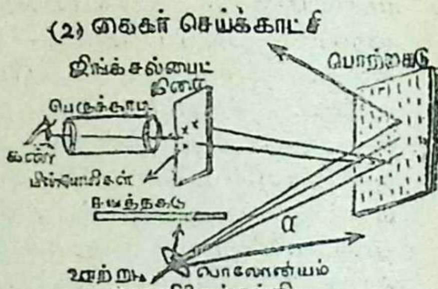
சாளரங்களுக்குச் சிலபோது கம்பி வலையை இடு கின்றோமன்றோ? வலையின் துளை கொஞ்சம் பெரிதாக இருந் தால் சிறிய கொசுகு முதலியன அதனுள்ளே தங்கு தடை யின்றிப் போகுமல்லவா? இதுபோன்ற காட்சியை லெனர்ட் (Lenard) என்பார் அலுமினியத் தகட்டின்மீது எதிர் முனைக் கதிரைப் பாய்ச்சும்போது கண்டார். கீழே காணும் படம் அலுமினியத் தகடு ஒன்று இருக்கும் நிலை யைக் குறிக்கிறது. அலுமினியத் தகடானது கம்பி வலை போல் இருக்கிறது. அதன் இடையே எதிர்முனைக் கதிர் பாய்கிறது. அலுமினியத்தடையின் இடையே எதிர்மின்னி எளிதில் ஓடக்கண்டார். இந்த வழியே ருதர்போர்ட் மேலும் ஆராய்ந்து பார்த்தார். கீழே காட்டியுள்ள படங் கள் எதிர்மின்னியும் ஆல்பாக் கதிர்களும் தகட்டின்மேல் பாயும்போது அணுக்கருவால் பிறழ்ந்து ஓடுவதனைக் காட்டுகின்றன.

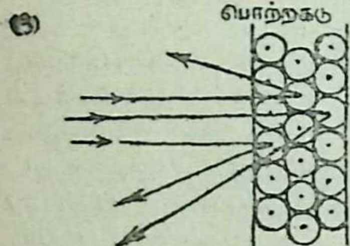
உதைபட்டுத் திரும்புதல்

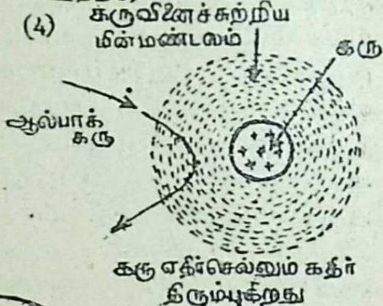
இனி மற்றொரு நிகழ்ச்சியும் ருத்தர்போர்ட் கண்டார். மோட்டார்கார் எனக் கூறும் தானோடிகளில் உள்ள விளக்கின்மேல் கைக்குட்டையை வைத்தால் ஒளிசிதறக் காண்கிறோம். தெள்ளத் தெளிய வரையறைப்பட்டிருந்த ஒளியின் எல்லை இப்போது அவ்வாறு வரையறையில்லாமல் சிதறுண்கிறது. ஆல்பாக் கதிரை அலுமினியத் தகட்டின் மீது ருத்தர்போர்ட் பாய்ச்சினார். விளக்கின் ஒளி கைக்குட் டையால் சிதறுண்டதுபோல இந்த ஆல்பாக் கதிர்களும் தகட்டின் ஊடே செல்லும்போது சிதறுண்கின்றன.

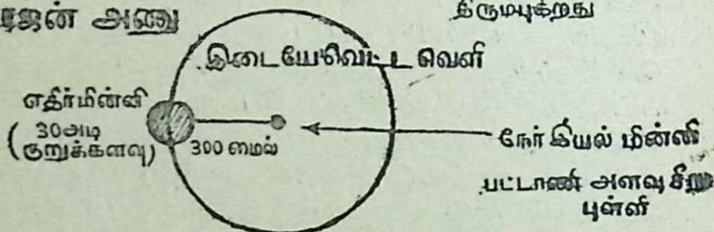
முகம்பார்க்கும் கண்ணுடியில் ஒளி விழுந்தால் அந்தக் கண்ணுடியின் மேற்பரப்பிலிருந்தே ஒளி சிதறுண்டு திரும்புகிறது. ருத்தர்போர்ட் பீடாக் கதிர்களை மெல்லிய உலோகத் தகட்டின்மேல் பாய்ச்சியபோது இவையும் சிதறுண்டு திரும்புகின்றன. இவை கண்ணுடியிற் பட்ட ஒளிபோல உலோகத்தின் மேற்பரப்பிலிருந்து திரும்பவில்லை. அணுக்களின் உள்ளிருந்து எதிர் வீச்சாகத் திரும்புகின்றன. இதனைக் கீழேயுள்ள முதற்படத்தில் காணலாம். ஆல்பாக் கதிர் அப்படித் திரும்பி வருவதாக முதலில் தோன்றவில்லை. அது அப்படி வாராதா என ருத்தர்போர்ட் ஆசிரியரின் மாணவரான கைகர் (*Geiger*) என்பார் ஆராய்ந்து பார்த்தார். இரண்டாவது படத்தில் இருப்பதுபோல ஆல்பாக் கதிர் வீசும் பொலோனியத்தை ஊற்ருக ஒருபுறம் வைத்தார். அதற்கு 45° கோணவட்டத்தில் பொன் ஏட்டினைச் சிதறு தகடாக (*Scattering Plate*) அமைத்தார். அதன்மேல் ஆல்பாக் கதிர் பாயும். அதிலிருந்து 45° கோணவாட்டத்தில் ஜிங்க்சல்ப்பட் (*Zinc Sulphide*) பூசிய திரை ஒன்று வைத்தார். பொன்னிற்பட்டுத் திரும்பிய ஆல்பாக் கதிர்கள் இதில் பட்டதும் இது மின்னிப் பொலியும். அந்தக் திரை எதிரே பூதக் கண்ணுடி எனச் சிறுவர் கூறும் பெருக்காடியை வைத்தார். அதன் வழியே பார்த்தால் மின் பொலிகள் நன்கு விளங்கும். இவற்றை எளிதில் எண்ணலாம். அவைகள் பாயும் கோணத்தையும் காணலாம். ஆல்பாக் கதிர்கள் செங்கோண அளவு 90° பிறழ்ந்து சிதறக் கண்டனர். ஆல்பாக்கதிர் நேரே திரையில் பாயாதபடி ஈயத்திரை ஒன்றை வைத்தார். இவர் சிதறுதகடாகப் பயன்படுத்திய பொன் ஏடு பொதுவாக ஆல்பாக் கதிர் ஊடுருவிச் செல்லக் கூடியதாம். ஆல்பாக் கதிர் (0·0000)











சென்டி மீடர் கனமுள்ள மேற்படையையும் பொன்னேட்டிலிருந்து 90° அளவு கோணமாக இவ்வாறு திரும்பியது வியப்பாகவே இருந்தது.

உதைத்த உதையில் மின்பொலி பறக்கிறது

இவ்வாறு திரும்புவதற்கு எவ்வளவு ஆற்றல் வேண்டும் என இந்த ஆராய்ச்சியாளர்கள் அறிந்திருந்தார்கள்.

10^{12} இயங்கா நிலை மின்தனியன் (*Absolute electro static units*) வேண்டும். இவ்வளவு பெரிய ஆற்றல் எங்கிருந்து இங்கே எழுகின்றது? *1913*-ம் ஆண்டில் ருந்தர் போர்ட், கைகர் என்பாரையும் மார்ஸ்டன் (*Marsdon*) என்பாரையும் தான் காட்டும் வழியிலே இதனை ஆராய்ந்து பார்க்கச் சொன்னார். அவர்களும் அவர் கேட்டுக் கொண்டபடியே கைகர் கருவி (*Geiger Counter*) கொண்டு எத்தனை மின் பொலி (*Scirtilations*) சிதறு கிறது எனக் கணக்கெடுத்தனர். மேற்கண்ட படத்தில் மூன்றும் பகுதியில் கண்டதுபோல் எல்லாம் பிறழ்ந்து சிதறுண்ணக் கண்டனர். சிதறுண்டுவரும் ஆல்பாக் கதிர் களால் சுமார் ஒரு லட்சம் மின் பொலிகள் எழுவதனைக் கண்ணாரக் கண்டு வாயார எண்ணினார்கள். இவ்வளவு ஆற்றலுக்கும் உறைவிடம் எங்கே என ஆராய்ந்தபோது அது கருவினைச் சுற்றிய மண்டலத்தினின்று வருவதாகக் கண்டனர். கருவானது அணுவின் நடு மையத்தில் நேர் மின்னூட்டம் செறிந்து கிடக்கும் அன்றோ? நேர்மின் ஆற்றல் அக்கருவினைச் சுற்றி மண்டலமாகக் கிடக் கின்றது. ஆல்பாக் கதிர் மிக மிக வேகமாகப் பாய்ந்தா லும் கருவைச் சுற்றியுள்ள மின் மண்டலத்திலுள்ள நேர் மின் ஆற்றலால் வெளியே தள்ளப் படுகிறது. முன்னே காட்டிய படத்தின் நான்காவது பகுதி இதனை நன்கு விளக்குகிறது.

சூரிய குடும்பம்

நேர் மின்னூட்டம் களி உருண்டையில் ஏலரிசி போல எங்கும் பரவி இல்லை. நடு இடத்தே ஒன்றாய்த் திரண்டு செறிந்து மேற்கண்ட உரத்தோடும் வீற்றிருக் கிறது என்பது வெளியாயிற்று. அவ்வளவு செறிவுடையது

கரு. அணுவின் குறுக்களவினை நோக்கக் கருவின் குறுக்களவு மிக மிகச் சிறியது. ஏன்! எதிர் மின்னியின் குறுக்களவினைக் காட்டிலும் மிகச் சிறியது. ஹைட்ரஜன் அணுவின்படம் இதனை விளக்கும். 30 அடி குறுக்களவு எங்கே? பட்டாணி அளவு எங்கே? விட்டத்தின் அளவு 600 அடி. வெட்ட வெளியன்றி அங்கு வேறு என்ன இருக்க முடியும். கருவானது மிகச் செறிந்து இருப்பதனாலே அதனைச் சுற்றி விளங்கும் மின் மண்டலம் அவ்வளவு உரங்கொண்டு ஆல்பாக் கதிர்களை வெளியே தள்ளுகிறது. இதுவே ருத்தர்போர்ட் 1916-ல் அணுவினைப் பற்றிக் கூறிய கொள்கையாம். அண்டத்தில் காணும் காட்சியையே அணுவிலும் காண்கிறோம். அணுவும் ஓர் சூரிய குடும்பமே என்று இந்த அழகிய உவமையைப் பயன் படுத்திப் பெரியதொரு விளக்கத்தினைத் தந்தார். இந்த உவமையின் வழியே அணுவினைப் பற்றிய உண்மைகள் வெளிவரலாயின.

எரிமலை

அணுவினை எரிமலை எனலாம். அது பொங்கி வழிவதற்கு முன் உள் அடங்கிக்கிடக்கும் இடமே கரு. கருவினைச் சுற்றி மிக மிக ஓங்கிக் கிடக்கும் மலைச் செறிவுகள் எனலாம். எரிமலையிலுள்ளே எரியும் பொருள் சிலபோது மலையைத் துளைத்துக் கொண்டே வெளிவரும். சில போது எரிமலை பொங்கியதும் எரிமலையின் வாய் வழியாக வெளிவரும். அப்படியே கருவிலுள்ள மின்னிகளும் வெளிவரக் காண்கிறோம். எரிமலையைச் சுற்றிய மலைச்செறிவு பிற பொருள்கள் உள் வருவதனைத் தடுக்கிறது. அது போல மின் மண்டலமோ ஆல்பாக் கதிர் முதலியன கரு எதிர் வருவதனைத் தடுக்கின்றது. பிற

பொருள்கள் எரிமலைக்குள் வருவதாக இருந்தால் எரிமலை யின் வாய் வழியாகவே வரமுடியும். அது போலவே அணு விலும் வாய்க்கு நேராக அதாவது கருவினுக்குச் செங்குத் தாகப் போகும் பொருள்தான் அங்குப் போய்ச் சேர முடியும்.

முழுமுழு மின்னூட்டம்

எதிர் மின்னியையும் நேர் இயல் மின்னியையும் கொண்டு அணுவினைத் தாக்கியபோது மின்னிகள் பிறழ்ந்து ஓடுவதனைக் கண்டோம். இவ்வாறு பிறழ எவ்வளவு ஆற்றல் வேண்டும் எனக் கணக்கிடுதல் கூடும் என்றும் கண்டோம். இந்தக் கணக்கின்படி ஒவ்வொரு வகையான மின் ஊட்டமும் 1, 2, 3 என முழு அள வாகவே ஒவ்வொன்ருக மிக்குவரக் கண்டனர். கருவின் ஊட்டம் நேர் மின்னூட்டம் (*Positive charge*) என்பது விளங்கியது. கனமில்லாத பொருள்களைப் பற்றி அவ்வாறு வரையறுத்துக் கூற முடியவில்லை. என்ருலும் இப்படிப் படிப் படியாக மின் ஊட்டம் ஏறிவருவதாலேயே, எதிர் மின்னியும் நேர் இயல் மின்னியும் ஒன்று சேர்ந்து அணுக் களாக அமைகின்றன என்ற கொள்கை உறுதியாயிற்று.

மோஸ்லி (*Moseley*)

விஞ்ஞானிகளின் மனத்தினைக் கொள்ளை கொண்ட இளைஞன் - ருத்தர் போர்ட் கையில் சிக்கி அவர் ஆட்டு வித்தபடி யெல்லாம் ஆடியவர் - தேசிய பக்தர் - கடமை யில் இருந்து பிறழ மனமில்லாதவர்—காலனையும் பகைத்து உதைத்துத் தள்ளாது - வேலை நடுவிலே எமன் அழைக்கப் போருக்குச் சென்று உயிர் துறந்த மோஸ்லி என்பார் வாழ்ந்த சில நாளில் செய்த பெரு வேலையைப் பின்னர்க் காண்போம்.

---

26. மோஸ்லி கண்ட அற்புதக் காட்சி

போர் விழுங்கிய புத்திள மூளை

"போர் என்றால்" இன்று அதனைத்தெரிந்து கொள்ளாதாரும் உண்டோ? 1951-ஆம் ஆண்டு போரை எதிர் பார்த்து நிற்கின்ற உலகம். என்ன போர்? தமிழ் நூல்களில் காண்கின்ற போரா? 1914-ஆம் ஆண்டு ஒரு போர் நடந்தது. அதனை இன்று உலக மகாயுத்தம் I என்கிறோம். அதில் மாண்டவர்கள் போர்க்களத்திற்குச் சென்றவர்கள்தான். வீரர்கள் தேசபக்தியால் எத்தொழிலில் இருந்தாலும் தங்கள் தொண்டினைத் தாய் நாடு வேண்டியபொழுது போருக்குச் செல்ல ஆயத்தமாயினர். மோஸ்லி (*Mosley*) என்பவர் அக்காலத்திய விஞ்ஞானிகளின் மனத்தினைக் கொள்ளை கொண்ட இளைஞர், பேரறிஞர், மின்னற்கொடிபோல் அறிவுலகிற் புகுந்து மறைந்தார். பட்டம் பெறுவதற்கு முன்னரே 1913-இல் ருத்தர்போர்டின் கீழ், மான்செஸ்டரில் (*Manchester*) ஆராய்ச்சி செய்யப்போனார். இத்தகையோரை வலித்து இழுக்கும் காந்தமாக ருத்தர்போர்ட் விளங்கியதுதான் அவர் பெருமை. 1913-இல் பளிங்கில் எழும் புதிர்க்கதிர்களைப் பற்றி எழுதினர். மான்செஸ்டரில் இருந்து ஆக்ஸ்போர்ட்க்கு (*Oxford*) வந்து, 1914-ல் தம் ஆராய்ச்சியின் முடிவுகளை வெளியிட்டார். உடனே போர் மூண்டது. இவர் படையில் சேரவேண்டும் என்ற உத்தரவும் பிறந்தது, கிழக்கு

நோக்கிக் கலிபோலிக்குச் (*Gallipole*) சென்றார். விஞ்ஞான ஆராய்ச்சியாளர் ஆதலின் போரிற்சென்று பணி ஆற்றுவதைவிட ஆராய்ச்சிற் பணியாற்றுவதே சிறந்த கடமை என எண்ணி விஞ்ஞான உலகம் இவரைப் போர்க் கடமையினின்று விடுவிக்கவேண்டும் என ஒரு வேண்டுகோள் விடுத்தது. அவர்கள் விருப்பத்திற்கு இணங்கி, அவரை விடுவிக்க அரசியலார் ஆணையும் பிறந்தது. அது போய்ச்சேருவதற்குள் பகைஞர் குண்டுக்கு ஆளாய் அந்தப் பேரறிஞர் இறந்தார். உலகம் முழுதும் சேர்ந்தாலும் ஈடு செய்ய முடியாத மிகப்பெருந்துன்பம் இது. போரின் கொடுமையை என்னென்பது? யாரைத்தான் விடுகின்றான் எமன்!

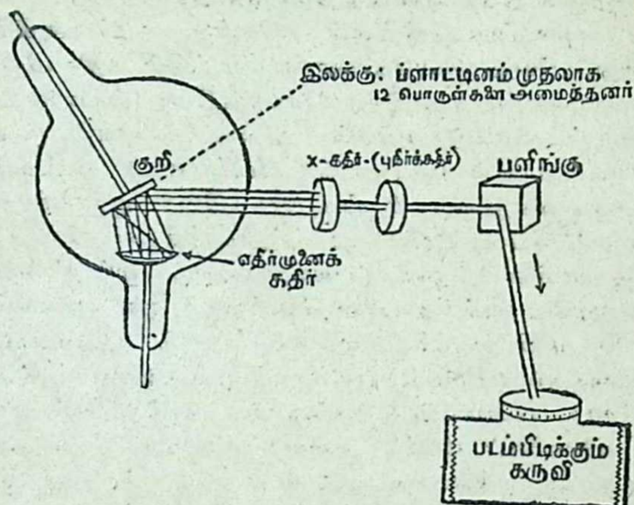
அணுவின்வழியே கண்ட புதிர்க்கதிர்க் (Xரே) காட்சி

எதிர் மின்னி ஏதேனும் ஒரு பொருளின்மீது தாக்கித் திடீரென அதன் வேகங்கெட்டு நின்றுவிடுமானால் அதன் ஊற்றமெல்லாம் அலையாக மாறி எழுகிறது. இதுவே புதிர்க்கதிர். சிக்கி முக்கியை இரும்புகொண்டு தாக்குகிறோம். அதன் ஒரு பகுதி திடீரெனத் தீப்பொறியாக ஒளி விடவில்லையா? அப்படித்தான் எதிர் மின்னிதாக்கும் போதும் ஒளி எழுகிறது. இந்த ஒளியின் அலையோ வந்து தாக்கி நின்றுவிடுகிற எதிர்மின்னியின் ஆற்றலைப் பொறுத்தது. 10 லட்சம் வோல்ட் (*Volt*) மின்சார ஆற்றல் பெற்ற எதிர் மின்னி 1000 வோல்ட் மின்சாரம் பெற்ற எதிர் மின்னியைக் காட்டிலும் பொருள்களை ஊடுருவிச் செல்லுகின்ற ஆற்றல் மிகுதியாகப் பெற்று விளங்கும் அன்றோ? சிக்கிமுக்கி கொண்டு இரும்பினைத் தாக்கினால் எழும் ஒளி தாக்கப்பட்ட இரும்பினைப் பற்றிய

தன்று, அதனினும் வேருனது; சிக்கிமுக்கியைப் பற்றிய தேயாம். அப்படியே எதிர்மின்னியும் ஓர் குறியின்மேல் தாக்கிஞல் அப்போது எழும் புதிர்க்கதிர் தாக்கப்பட்ட குறியினைப் பொறுத்ததன்று, அதற்கு வேருனதாம்; தாக்கும் எதிர்மின்னியைப் பொறுத்ததேயாம். இந்த வகையான புதிர்க்கதிர் ஏழு நிறங்களுங்கொண்ட வெள்ளொளி போலப் பல வகையான கதிர்களின் கலவையேயாம். அதனுல் இதனை வெண்கதிர் என்றும் கூறுவர். ஆனுல் தாக்கப்பட்ட குறியிலிருந்தும் புதிர்க்கதிர் ஒன்று எழுகிறது ஒரே வகையான கதிர்கள் கொண்டு விளங்குவதால் இதனை ஒருநிறப் புதிர்க்கதிர் (*Monochromatic X-Rays*) என்று வழங்குவர். எதிர் மின்னி ஓர் குறியினைத் தாக்கியதும் அங்கிருந்து ஓர் எதிர்மின்னி விடுபட்டுக் கிளம்பி மேல்எழும், பின் அது கீழே விழும்.

ஒரு கல்லைப் பையன் ஒருவன் மேலே வீசி எறிகின்ருன். கல்லானது ஆற்றல் பெற்றதாக மேலே கிளம்புகிறது. பூமி அதனை இழுப்பதால் அதன் ஆற்றல் குறைந்து கொண்டே போகிறது. கல் உச்சநிலை ஒன்றை அடைந்து பின் கீழ் நோக்கி விழுகிறது. மேல் எழுகையில் பெற்ற ஆற்றலைக் கீழ் விழுகையில் வெளியே தள்ளி விடுகிறது. எதிர்மின்னியும் மேல் எழுகையில் பெற்ற ஆற்றலைக் கீழே விழும்போது கதிர் வீச்சாக வீசும். இந்த கதிர் வீச்சே ஒரு நிறப் புதிர்க்கதிர். இந்தப் புதிர்க்கதிர் எந்தப் பொருளிலிருந்து எழுகிறதோ அதன் இயல்பாக விளங்கும். இந்த எதிர் மின்னி எந்த அணுவினின்றும் பிரிந்ததோ அந்த அணு அவ்வாறு பிரிந்தது முதல் என்ன பாடு படுகிறது? காதலியை நாடும் காதலன்போல அந்த எதிர் மின்னியையே நாடி நிற்கின்றது. அது வந்தா

லன்றோ அணு சம நிலையில் இருக்கக்கூடும்? ஆகவே எதிர் மின்னியை இழந்த குறையைத் தீர்க்க எதிர் மின்னி



வரும்போது எழுகின்ற கதிர் வீச்சு அந்த அணுவின் இயல்பினை விளக்கும் அன்றோ? இவை எல்லாம் மோஸ்லி (*Mosley*) கண்ட உண்மையாம்.

அலைப் படிக்கட்டு

இக்கட்டுரையில் காட்டியுள்ள முதல் படத்தில் உள்ளபடி ஒருபக்கம் புதிர்க் கதிர்க் குழையை வைத்தார். இங்கே சூடேறிய எதிர் முனைத்தட்டு எதிர் மின்னிகளை வீசி எறிந்தது. (படம்: 1) அவை போய் நேர் முனைத் தட்டில் தாக்கியதும் புதிர்க்கதிர் எழுந்தது. தாக்கிய இடத்தில் இருந்து புறப்பட்டுச் செங்கோணமாகத் தம்

வழியில் அமைக்கப்பெற்ற இரண்டு இடைச் சவ்வுகள் வழியே (*Diaphragm*) கதிர் பாய்ந்து சென்றது. பளிங்கினை அவற்றிற்கு எதிரே ஒளி சிதறுவானாக அமைத்தார். அங்கிருந்து புகைப்படத்திற்குள் சென்ற கதிர் அதிலே விழுந்தது. வேறு சில கோண வாட்டத்தில் கதிர் மிகுதியாகப் பாயக்கண்டார். இந்த கோணத்தினையும் பளிங்கின் நிலையையும்கொண்டு கதிரின் அலை அளவினைக் கணக்கிட்டார். முதலில் ப்ளாடினத் (*Platinium*) தகட்டினை இலக்காக வைத்து ஒரு நிறப் புதிர்க்கதிரை ஆராய்ந்தார். இவ்வாறு 12 பொருள்களை ஆராய்ந்து பார்த்தார். நிறமாலை என்பது என்ன? ஒளி (பலநிற ஒளி) முப்பட்டைப் பளிங்கினூடே பாய்ந்து பின் வெளிவரும் ஒளி வரிசையே நிறமாலை எனப்படும். சில சமயங்களில் முப்பட்டைப் பளிங்கினுக்குப் (*Prism*) பதிலாகப் பல கீற்றுப் பளிங்கு (*Grating*) உபயோகப்படுத்தப்படும். புதிர்க் கதிர்போன்ற சிறிய அலைகளைப் பிரிக்க அவை பயன்படா. ஒவ்வொரு பொருளும் அணுக்களால் ஆயவை என்கிறோம். அதனால் நாம் உபயோகிக்கும் பளிங்கில் உள்ள அணுக்களின் வரிசையே பல கீற்றுப் பளிங்குபோல அமைந்துள்ளது. அதாவது அணுவும் அணுவின் பக்கத்திலுள்ள இடமும் பல கீற்றுப் பளிங்கிலுள்ள மேடு பள்ளத்தினை ஒக்கும். இவர் ஆராய்ச்சியில் கண்டது என்ன? ஒரே நிறப் புதிர்க் கதிராய் இருப்பினும் அந்த அந்தப் பொருளுக்கு எற்ப ஒரு நிறப் புதிர்க்கதிர் வெவ்வேறாக எழக்கண்டார். அலை அளவினை Q என்று குறிப்பிட்டார். எடை வரிசையாக வரிசைப்பட்டு வரும் பொருள்களை ஆராய்ந்தபோது Q என்ற அந்த அலை அளவு குறிப்பிட்டதோர் அளவில் படிப் படியாக உயர்ந்து வரக்கண்டார். இவ்வாறு ஏறிவருவதற்குத் தக்கதான ஏதோ ஒரு அளவு அணுவில் இருத்தல்

வேண்டும். அது எதுவாக இருக்கக்கூடும்? கருவின் மின்னூட்டமே என்றார். 46 பொருள்களை முடிவாக ஆராய்ந்

II

அணு எண்	K அலையின் நிறமாலைப்படம்	அணுவின் பெயர்	எடை
24		க்ரோமியம்	52
25		மாங்கனீஸ்	56
26		இரும்பு	55.8
27		கோபால்ட்	59
28		நிக்கல்	58.7
29		செம்பு	63.6

தார். ஒரு நிறப் புதிர்க் கதிரை எழுப்புகின்ற எதிர் மின்னி கருவின் மின்னூட்டத்தினை விளக்குவதாயிற்று. இந்த நிறமாலைகளில் K எனக் கூறப்பெறும் ஒளிவரிசை ஒன்று உண்டு. சில பொருள்களில் இந்தக் K வரிசை தோன்றுவதனை இரண்டாவது படத்தில் காணலாம். இந்தப் பொருள்கள் மடக்குநிலை வரிசையில் (*Periodic table*) ஒன்றன்பின் ஒன்றாக அமைந்தவை. படத்தில் இந்தக் கோடுகள் படிப்படியாக அமைந்துள்ள இயற்கை அளவினைக் காணலாம். மடக்கு நிலை வரிசையில் பொருள்கள் அமைந்து இருப்பதற்கும் அவ்வவற்றின் புதிர்க் கதிரின் அலை அளவிற்கும் ஒரு தொடர்பு இருக்கிறது என்று நன்கு விளங்குகிறது. மடக்கு வரிசையில் பொருள் நிற்கும் நிலையை அணு எண் (*Atomic number*) என்கிறோம் அலையளவுக்கும் அணு எண்ணுக்கும் தொடர்பு உண்டே அன்றி அணு எடைக்கும் அலை அளவுக்கும் தொடர்பு இல்லை. படத்தில் கோபால்ட் (*Cobalt*) நிக்கல்

(*Nickel*) என்று அணு வரிசையாகப் படிப்படியாய் உயரக் காண்கிறோம். எடை வரிசையாகப் பார்த்தால் நிக்கல், கோபால்ட் எனத் தலைகீழாக மாறி நிற்கவேண்டும். மாறி நின்றால் படிப்படியாக உயரும் அழகு தோன்றாது.

சாணேற முழஞ் சறுக்கல்

இங்கே மோஸ்லி கண்ட தொடர்பு என்ன? "அணு எண் மிக்குவர மிக்குவரப் புதிர்க் கதிரின் அலையளவு குறைந்துகொண்டே வரக்கண்டார். என்ன அளவிலே என்று கணக்கிட்டுப்பார்க்கையில் அணு எண் முன்னினும்

நான்கு மடங்கு அதிகமானால், அதன் அலையளவு முன் னிருந்ததில் பாதி அளவே இருக்கும்" எனக் கண்டார். இதுவே இவற்றிடை விளங்கும் தொடர்பு. மோஸ்லி

கண்ட இயற்கைச்சட்டம் இதுதான். அலை அளவின் மடக்கூடிக்கு (*square root*) எதிர்நிலை விதமாக (*inverse proportion*) அணு எண் மாறிவரும். மடக்கு நிலை வரிசையின் இருபக்கத்திலுள்ள பொருள்களின் நிறமாலையைப்பற்றி அறிந்ததும் இடையில் இருக்கவேண்டிய பொருளின் நிறமாலையைப்பற்றி நாம் உறுதியாகக் கூற முடியுமன்றோ? மேலே காட்டிய படத்தில் மேலும் கீழும் உள்ள பொருள்களின் K வரிசையை அறிந்தவுடன், இடை வரிசையிலுள்ள பொருள்களின் *K* வரிசையை எழுதிவிடலாமன்றோ? (படம்: 3) மோஸ்லி ஆராயும் போது அந்நாளைய உலகம் அறியாத ஆப்னியம் (*Half-nium*) என்றதனைப் பின் வந்த மக்கள் இந்த முறையைக் கையாண்டு கண்டு பிடித்தனர். அணுக்கருவின் நேர் ஊட்டத்தின் எண்ணிக்கைப்படி அணுக்களை வரிசைப் படுத்தினால் அந்த வரிசைப்படி வருவதே "அணு எண்" வரிசை என்பது விளங்கியது. அணுவின் இன்றியமையாத இலக்கணம் அதன் மின்னூட்டத்தினைக் குறிக்கும் அணு எண்ணேயாம்.

காந்தச் சல்லடை,

கருவில் நேர் மின்னூட்டம் ஒவ்வொன்றாக ஏறிவரும் போது நேர் இயல் மின்னியின் எண்ணிக்கையும் ஒவ்வொன்றாக ஏறிவருகிறது. என்பதாயிற்று ஆனால் "அணு எடைகளில் பல பின்னமாக இருப்பது ஏன்?" என்ற கேள்வி பிறந்தது, நேர் இயல் மின்னிகளின் எடையினை ஒவ்வோர் அணுவிலும் தாம்ஸன் ஆராய்ந்தார் எனக் கண்டோம். இந்த முறையினை உலகம் போற்றும் ஓர் வழியாகத் திருத்தி அமைத்தவர் ஆஸ்டன் (*Aston*) என்பாரே யாவர். இவர் தம் ஆராய்ச்சியால் பின்னக்

கணக்கினைப் பெரிதும் விளக்கி வைத்தார். ஆஸ்டன் என்பார் தாம்ஸனுடைய மாணவர். முதல் ஐரோப்பியப் போருக்குப் பின் அணுவின் எடையை அளக்கக்கூடிய கருவி ஒன்றினை அமைத்தார்- அவர் அந்தக் கருவிக்குப் பொருண்மை நிறமாலை வரைவான் (*Mass spectrograph*) என்ற பெயரை இட்டார். இதன் நுட்பத்தினைப் பல நாட்கள் கண்டு அனுபவித்த விஞ்ஞான உலகம் இதனைப் போற்றி இவருக்கு நோபல் பரிசினை வழங்கியது. இந்தக் கருவியில் பழைய குழை உண்டு. அதில் எழும் கதிர்கள் எதிர் முனைத் தட்டினை ஊடுருவிக் கொண்டு வெளிவந்தன. இவை நேர் மின்னூட்டம் பெற்றவை. பின்னர் இது மெல்லிய தகடுகளுக்கு இடையே புகுந்து குறுகிய கச்சை போல ஓடின. இரண்டு தகடுகளை நேர்மின் தகடாகவும் எதிர்மின் தகடாகவும் அமைத்து அவற்றிடையே மின் மண்டலத்தின் வழியே நேர் முனைக்கதிர் பாய்ந்தது. பின் காந்தத்தை வைத்துக் காந்த மண்டலத்தை விளைவித்தார். நேர் மண்டலத்தின் உள் புகுந்து வந்த கதிர்களைக் காந்த மண்டலத்தின் உள்ளே ஓடச் செய்தார். இவ்வாறு இவற்றினை இந்த மண்டலங்கள் வழியாக ஓட்டியது ஏன்? பலவகை வேகத்தில் வரும் இந்தக் கதிர்கள் ஒரே வேகத்தில் வேற்றுமையின்றி ஓடவேண்டு மென்பதற்காகத்தான். இவற்றிடையே வேகத்தில் வேற்றுமை இல்லை. பின் என்ன வேற்றுமை காணலாம்? தத்தம் எடை வேற்றுமைக்கு ஏற்பக் காந்த எல்லையில் இந்தக் கதிரிகள் பெரிதும் சிறிதும் சாய்ந்தன. கதிர்கள் பொருண்மைக்கும் எடைக்கும் ஏற்பத் தொலைவிலும் அருகிலுமாக ஓடிப் புகைப் படத்தில் விழுந்தன. ஒரே எடையுள்ளவை ஒரே இடத்தில் விழுந்தன. எடையில் மிக்கும் குறைந்தும் உள்ளவை வெவ்வேறு இடத்தில் பெரிதும் சிறிதும் சாய்ந்து விழுந்தன.

எனவே, புகைப்படத்தில் விழுந்த இடத்தைக் கொண்டே விழுந்த கதிரின் எடையைக் கணக்கிடுவது எளிதாயிற்று. இந்தக் கணக்கில் என்ன தோன்றியது? விழுந்த கதிர்களைக் கொண்டு அவற்றின் மூலமான அணுக்களின் அல்லது அணுக்கருக்களின் எடையே நோக்கினர். நோக்கிய பொழுது இந்த எடைகள் எல்லாம் முழு முழு எண்ணுகவே விளங்கக் கண்டார். பின்னக் கணக்குகள் வரவில்லையா? வந்தன, ஆனுல், உற்று நோக்கிய பொழுது முழு எண்களையே எடையாகக் கொண்ட அணுவகைக் கலவை என்பது விளங்கிற்று. கலவையில் வந்த அணுவகைகளைத் தனித் தனியே பார்த்தபோது ஒவ்வொன்றும் பலவேறு முழு எண்ணுகவே எடை கொண்டு விளங்கக் கண்டார். வேதிநூற் புலவர்கள் கண்ட எடை சராசரி எடையேயாம்.

சராசரி எடை

ஒவ்வொரு அணுவிற்கும் அணு எண் உண்டெனக் கண்டோம். அந்த அணுவின் கருவில் இருக்கிற நேர் இயல் மின்னியின் (+ *ve charge*) எண்ணிக்கையே குறிக்கிறது. அணு எடை என்பது இந்த நேர் இயல் மின்னியின் எடையையே குறிக்கும். நேர் இயல் மின்னியோடு எதிர் மின்னியும் கருவிலேயே ஒன்ருக இயைந்து விட்டால் நேர் நிலையும், எதிர் நிலையும் கெட்டுப் பொது நிலையில் இருக்கும். அப்படிப்பட்ட மின்னிக்கும் பொது இயல் மின்னி என்று பெயர். இந்தப் பொது இயல் மின்னிகள் எந்த அணுவிலும் ஒன்ருே பலவோ இருக்கலாம். இதனுல் அணு எண் வேருகவும் அணு எடை வேருகவும் இருக்கக் காண்கிருேம். ஒரு அணுவின் எண் 5 என்ருல்

அதிலே 5 நேர் இயல் மின்னிகள் உண்டு என்பது விளங்கு கிறது. ஆனால் அந்த அணுவின் எடை என்ன? பொது இயல் மின்னியே இல்லாது இருந்தால் அதன் எடை 5 ஆகவே இருக்கும். பொது இயல் மின்னி ஒன்றிருந்தால் எடை 6 ஆம், இரண்டு இருந்தால் 7 ஆம். இவ்வாறு ஏறிக்கொண்டே போகலாம். எனவே அணுவின் எண் ணினை நோக்காது பொது இயல் மின்னிகளின் எண் ணிக்கையினுக்கு ஏற்பப் பற்பல வகையான எடைகளும் வரும். ஆனால் ஒவ்வோர் எடையும் முழு எண்ணாகத்தான் இருக்கும். மொத்தமாகக் கணக்கெடுத்துச் சராசரி அள வாக ஒவ்வொன்றின் அளவினையும் பேசும்போதுதான் பின்னங்கள் நுழைகின்றன. 3 எடையும், 2 எடையும் உள்ள இரண்டு பொருள்களையும் ஒன்றாக நிறுத்தால் 5 எடையாகும். ஒவ்வொன்றன் சராசரி எடை 2½ என்று சொல்லும் போதுதான் பின்னக் கணக்கு வருகிறது. உண்மையில் இங்குப் பின்னம் உண்டா? ஒவ்வொரு பொருளும் முழு முழு எண்ணாகவே எடைகொண்டு விளங்குகிறது. க்ளோரைன் (*Chlornie*) என்ற பொருள் சோற்றுப்பில் உள்ளது. அதன் அணு எண் 17. அணு எடை 35·5 17 என்பது கருவில் உள்ள 17 நேர் இயல் மின்னிகளைக் குறிக்கிறது. இதற்கும் மேற்பட்ட எடை பொது இயல் மின்னிகளின் எடையாகும், எத்தனைப் பொது இயல் மின்னிகள் உள்ளன? இதனை ஆராயவே ஆஸ்டன் பொருண்மை நிறமாலை வரைவானைப் பயன் படுத்தினார். இரண்டு வகையான க்ளோரைன் அணுக்கள் இருக்கக் கண்டார். ஒன்று 35 எடையுள்ளது. மற் றொன்று 37 எடையுள்ளது. எடை வேற்றுமை உள்ள தால் இவை அந்தக் கருவிலுள்ள காந்த எல்லைக்குள் பெரிதும் சிறிதும் சாய்ந்து விழுந்தன. அந்த வேற்றுமை

கொண்டே இவற்றின் எடையையும் கண்டு பிடிக்க முடிந்தது. 35 எடை உள்ளவை மூன்றும், 37 எடையுள்ளது ஒன்றும் என்ற வீதத்தில் சேர்ந்து கிடப்பதாகவும் அந்தக் கருவி வழியாகவே அவர் கண்டார். மூன்று 35 எடையுள்ள க்ளோரைன் அணுக்களின் எடை$(3\times35)=$ 105; ஒரு 37 எடையுள்ள க்ளோரைன் எடை 37 எனவே நான்கின் மொத்த எடை $(105+37=)$ 142. க்ளோரைனின் சராசரி எடை $(\frac{142}{4}=)35\cdot5$ எனவே அணுக்களின் எடை எப்பொழுதும் முழு எண்ணேயாம், பின்னக் கணக்கு வருவது சராசரி எடையாலே யாம். இவ்வாறு எடையால் மாறுபட்டாலும் இந்த இரண்டு வகை க்ளோரைன்களும் க்ளோரைன்களே யன்றி வேறு பொருளல்ல. ஒரு அணு மற்ருெரு அணுவினின்றும் வேறுபடுவது மின்னூட்டத்தாலேயே யாம். ஆனல் இந்த இரண்டுவகையும் மின்னூட்டத்தால் மாறுபடுவதில்லை. எந்தக் க்ளோரைனை எடுத்தாலும் அந்த அணுவின் மின்னூட்டம் 17 ஆம். மின்னூட்டப்படி வரிசைப்படுத்திய அணு வரிசையில் இவை இரண்டும் ஒரே இடத்தையே பெறுகின்றன. 17-வது இடமே இவற்றின் இடம். எடையில் வேறுபட்டாலும் அணு வரிசையில் ஒரே இடத்தில் இருப்பதால் இவற்றிற்கு ஓரிடத்தான் (*Isotopes*) என்று பெயர். ஆசிரியர் சாடி (*Saddy*) என்பார் இட்ட பெயர் ஆகும் இது.

இதற்கும் எட்டாதது

ஆஸ்டின் கண்ட இந்தக் கருவிக்கும் எட்டாத சில ஓரிடத்தான்கள் உண்டு. ஆக்சிஜன் (*Oxygen*) என்ற அணுவின் எடை பொதுவாக 16 என்பர். 15 எடை

யுள்ள ஆக்சிஜன் ஒன்றும் இருக்கவேண்டும் எனத் தோன்றியது. ஆனல் அது இந்தக் கருவியில் தோன்றவில்லை. நீராவியின் ஒளியை நிறமாலையாகப் பிரித்து அறிஞர்கள் படம் எடுத்தார்கள். அந்தப் படத்தில் ஆக்சிஜன் ஆவி மிக மிக நுண்ணிய இரண்டு வேறு கோடுகளாகத் தோன்றிற்று. ஒன்று 16 எடையுள்ள ஆக்சிஜன் கோடு. மற்றொன்று அரும் பொருளான 15 எடையுள்ள ஆக்சிஜனின் கோடாம். என்ன வியப்பு! இவ்வாறு அறிஞர்கள் கைக்குள்ளே இந்த அணு சிக்கிக்கொண்டு உண்மையை எல்லாம் வெளியிட்டு வருகிறது.

---

27. சதுரங்கமும் கோலியும்

மலைதாண்டும் வேகம்

கடையிலே பலகைமீது பல கூடைகளில் பழங்கள் அடுக்கி வைத்திருப்பதை நாம் அடிக்கடி காண்கிறோம். சில சமயங்களில் அளவுக்கு விஞ்சிக் கோபுரம்போல் பழங்களைக் கூடைகளில் அடுக்குவதும் உண்டு. அச்சமயத்தில் ஒரு காரணமுமின்றி அடுக்கிய பழங்கள் ஒன்றொன்றாக நிலைதவறிக் கீழே உருண்டு விழுவதுமுண்டு. இயற்கை அன்னை உலகத்திலுள்ள பொருள்களை இவ்வாறு அடுக்கி வைத்திருப்பதை விஞ்ஞான உலகம் கண்டு வியப்படைகின்றது. சில சமயங்களில் அவள் அடுக்கி வைத்துள்ள சில கூடைகளிலுள்ள பழங்கள் தாமாகவே உருண்டு வெளியேறிவிடும். இயற்கைக் கூடைகள்தான் அணுக்கள்; அதில் அடுக்கி இருக்கும் பழங்களை மின்னிகள் என ஒரு வகையாகப் பேசலாம். உள்ளே கருவானது திரண்டு கிடக்கின்றது என வைத்துக்கொள்வோம். யுரேனிய அணு இத்தகைய பெரிய கூடைகளில் ஒன்று. இந்த அணு இயற்கையாகவே சிதைந்து பலவேறு அணுவாக மாறுகிறது. செயற்கையில் இவ்வாறு அணுக்கருவினைச் சிதைத்து வேறு அணுக்களாக்க முடியுமா? இதுதான் பழைய இரசவாதிகள் கண்ட கனவு. பொன்செய்யும் மருந்தைத் தேடித் தேடி அலைந்தனர். கண்டவரும் அதனை நிலை நிறுத்தியபாடில்லை. புதிய இரசவாத முறையில் காண முடியுமா என விஞ்ஞானிகள் எண்ணத் தொடங்கினர்.

எதிர் மின்னியும் நேரியல் மின்னியும் மெல்லிய உலோகத் தகடுகள்மேல் பாயும்போது அதிலுள்ள அணுக்களைத் தாக்கிப் பின்னர் உருண்டு மீண்டும் திரும்புவதனைக் கண்டனர். அணுவானது மலைச்சரிவுக்குள் இருக்கும் எரிமலை போன்றது எனலாம், அணுவின் உள்ளே செல்ல வேண்டுமானால் இந்த மலைபோல் கிடக்கும் வெளிக் கோட்டையை யன்றோ ஊடுருவிப் போக வேண்டும். அவ்வாறு போவதற்கு மிகப் பெரிய ஆற்றலல்லவா தேவை? நேர் இயல் மின்னி ஒரே ஒரு மின்னூட்டம் பெற்றது. ஆல்பாக் கதிர் (α-*Rays*) ஹீலியக் கருவே; ஆதலின், இரண்டு மின்னூட்டம் பெற்றது. எரிமலை எரியும்போது மலைமீது இருந்து உருண்டு வருபவை எல்லாம் மிக மிக ஊற்றத்தோடு வருவது போலவே, கதிர்வீச்சு இயக்கம் பெற்ற ரேடியம் யுரேனியம் முதலிய பொருள்களிலிருந்து வெளிவரும் ஆல்பாக் கதிர்கள் மிக மிக வேகத்தோடும் ஆற்றலோடும் வெளியேறுகின்றன. அவை சில போது 45,000,00 மைல் வேகத்தில் ஓடிவருகின்றன. வழியிலுள்ள அணுக்களின் மேல் பாய்ந்து அவற்றில் கிடக்கும் பல எதிர் மின்னிகளைத் தாக்கி விடுவித்து எடுத்துக் கொண்டு ஓடும். இவ்வாறு பல மின்னிகளோடும் உரசுதலால் 3·3 அங்குலம் போவதற்குள் இந்த வாயு வேக மனோ வேக மெல்லாம் இந்திரஜாலம் போல் ஒன்று மில்லாமல் மறைந்து ஒழிகின்றன.

இரட்டைப் பிள்ளை

நாம் இதுவரை அணுவைத் தாக்கி விளையாடுகின்ற விளையாட்டினைக் கண்டோம். எதிர்மின்னியும் நேரியல் மின்னியும் ஆல்பாக் கதிர்களுமே (*X Rays*) அல்லாமல் மற்றோர் அணுவும் அணுவைத் தாக்கப் பயன் படுகிறது. ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் இரட்டைப் பிள்ளைகளாம்.

ஒன்று ஓர் எடை உள்ளது. மற்றொன்று ஈர் எடை உள்ளது. அதனால் இரண்டாவதனை இருநி (*Deuteron*) எனலாம். இரண்டிலும் கருவின் மின்னூட்டம் ஒன்றே தான். மொத்த ஹைட்டரஜனில் 10,000 இல்லை தான். (0·02 *of*) இருநியாகத் தேரும். ஆனால் எடை வேற்றுமை வழியே இதனைப் பிரித்து எடுக்கலாம். தண்ணீரை மின்சாரம் கொண்டு பிரிக்கும்போது எதிர்முனை அருகே ஹைட்ரஜன் குமிழிவிட்டுப் பிரிந்து எழும், ஓர் எடையுள்ள ஹைட்ரஜனே முதலில் பிரியும். இவ்வாறு பல முறை பிரித்தபின் எஞ்சி நிற்கும் தண்ணீரில் 100-க்கு 99-து இருநியாகவே இருக்கும். மின்கல அடுக்கில் இவ்வாறு இதனை எளிதில் பெறலாம். இது நேரியல் மின்னி போல ஒரு மின்னூட்டம் கொண்டது. நேரியல் மின்னியே போல இதனையும் கருவின் மின் மண்டலமாம் மலை மீது ஏறித் தாண்டிப்போக விடலாம். ஆல்பாக்கதிர் இரு மின்னூட்டம் பெற்றதாதலின், அதற்கு எழும் தடையும் இரட்டிப்பான். இருநியில் அப்படி இல்லை. ஆனால், சுமையைத் தூக்கி ஓடுபவன் ஓட்டம் தடைபடுவது போல் இங்கும் எடைக்கு ஏற்பத் தாக்குதல் தடைபடலாம் இருநியின் அணுக்கட்டும் வலிவான கட்டன்று. தடைபட்டதும் தனது பொது இயல் மின்னியை அங்கேயே விட்டு விடுகிறது. அந்தப் பொது இயல் மின்னி தானுக உருண்டு அணுவின் கருவிலே போய்விழும். மலையின் மேலே செல்லச் செல்ல கனம் சிறுத்து வருவது போல அணுவின் தடையும் உள்ளுக்குச் சென்றபின் பெரிதாகத் தோன்றுவதில்லை. அப்போது இருநி முழுதுமே கருவினைத் தாக்கும். இவ்வாறு தாக்குவதைவிடப் பொது இயல் மின்னியை இழந்து அது கொண்டு தாக்குவதே பெரும்பான்மையாம்.

இயற்கைச் சட்டம் காற்றில் பறக்கிறது

பொது இயல் மின்னியாவது யாது? இதன் எடை ஒன்று, அதனுல் இது நீரியக்கருவைப் போன்றது. ஆனுல் நீரியக் கருவைப்போல இதற்கு மின்னூட்டம் ஒன்றும் இல்லை. அதனை $_1n^0$ எனக்குறிப்பர். (கீழ் உள்ள 1 எண் எடையைக் குறிக்கும். மேல் உள்ள 0 மின்னூட்டம் இல்லை என்பதனைக் குறிக்கும்) இத்தகைய மின்னி ஒன்று இருக்கவேண்டும் என்றும், அதனை எந்த வகையாலும் சிறைபடுத்த முடியாதபடி எங்கும் ஓடி அலையும் என்றும் இதனைப்பற்றி ருத்தர்போர்ட் (*Rutherford*) என்பார் 1920-லேயே கூறினுர், இந்தக்கூற்று உண்மையாயிற்று. 10-ஆண்டுகளுக்குப் பின்னர் ஐரீன் அம்மையார் பொலோனியத்தில் (*Polonium*) இருந்து எழும் ஆல்பாக் கதிரினை பெரிலியம் (*Berilium*) என்ற பொருள் மீது பாய்ச்சியபோது கம்மாக்கதிர் வீச்சு (*X rays*) பெரிதும் எழக்கண்டார். கம்மாக்கதிர் வீச்சு எழுவது மின்சாரம் பாய்வதால் தெரியவந்தது. பெரிலியத்திற்கு அடுத்தாற்போல ஆல்பாக் கதிர்களைப் பற்றிக்கொள்ளும் பற்றுக்கோள் திரை (*absorption sereen*) இட்டால் மின்சார ஓட்டம் குறைந்தது. ஹைட்ரஜன் உள்ள பரபீன் (*Paraffin*) முதலியவற்றைத் திரையாக இட்டபோது மின்சார ஓட்டம் மிக்கது கண்டு வியந்தனர். ஆற்றலைப் பற்றுக்கோள்திரை பற்றிக்கொண்டபின் ஆற்றல் குறைய வேண்டுமன்றே? அவ்வாறு குறையாது மிகுவது ஏன்? புதிய ஆற்றல் எவ்வாறு பிறக்கும்? இல்லாததுவே தான்ருது என்ற "ஆற்றல் மாருச்சட்டம்" (*Law of conservation of Energy*) இவ்வாறு காற்றிலா பறக்கவேண்டும்.

இல்லை இது கண் மயக்கமே
கோலி விளையாட்டே

1932-ல் சாட்விக் (*Chadwick*) தம் ஆராய்ச்சியை வெளியிட்டு ஆற்றல் மாருச்சட்டம் காற்றில் பறக்கவில்லை என்று காட்டினுர். பெரிலியத்தில் இருந்து எழுவது கம்மாக்கதிர் அன்று. ருத்தர்போர்ட் கூறிய பொது மின்னியே என நிலை நாட்டினுர். ஆதலின் புதிய ஆற்றல் ஒன்றும் தோன்றவில்லையாம். அந்தப் பொது இயல்மின்னி மின்னூட்டம் அற்றுக் கிடத்தலின் அதனை விஞ்ஞானி கள் கைப்பற்றுதற்குப் பிடி ஒன்றுங்கொடாமல் தப்பி ஓடிக்கொண்டிருந்தது. மின்னூட்டம் என்ற பிடிகொண்டு தானே நேரியல் மின்னி எதிர் மின்னி முதலியவற்றை விஞ்ஞானிகள் ஆராய முடிந்தது? பற்றுக்கோள் திரையி னூடே இது மிக எளிதாக ஊடுருவிச்சென்று விடுவதால் மின்சார ஓட்டம் குறைபடுவதில்லை. இதற்கு மின் னூட்டம் இல்லாததனுல் இதனைக் கரு வெறுத்துத் தள்ளுவது மில்லை. இது எளிதே எங்கும் சென்று ஓடி விளையாடுகிறது. பாரபின் திரையில் ஹைட்ரஜன் எதிர்ப் படுமானுல் அதனையும் இது உருட்டிவிட்டுச் சிறிதுவேகம் குறைந்து ஓடுகிறது. அந்த ஹைட்ரஜன் கரு உருளுகின்ற உருளலே கம்மாக்கதிர் வீச்சாக வெளி வருகிறது. மின் னூட்டம் முன்னினும் மிக்கு வருவதன் உளவு இதுதான். கோலியைக் கோலிமேல் வீசினுல் எறியும் கோலி நிற்கும், கோலியை உருட்டி விடுவதனைக் காணவில்லையா? அணுக் களில் இலேசானது ஹைட்ரஜன் அணு. இதனை இவ் வாறு உருட்டுகின்ற பொது இயல் மின்னி கனமுள்ள அணுவின் கருவினை இவ்வாறு உருட்டிவிட முடியாது. கோலி கொண்டு கோலியை உருட்டலாமேயன்றிப்

பீரங்கிக் குண்டை உருட்ட முடியுமா? மின்னூட்ட மற்ற பொது இயல் மின்னி அங்கும் ஆற்றலை இழவாது ஓடிக்கொண்டே போகும், ஈயச்சுவரையும் ஊடுருவிச் செல்லும். தண்ணீரை மூன்று அடி கனமுள்ளதாகச் சுவர் போல அமைத்தாலும் ஒன்றிரண்டு பொதுமின்னி அத்தனை கனத்தையும் ஊடுருவிக் கொண்டு தப்பி வருமாம். இதனைச் சிறைப்படுத்த முடியாது என்று ருத்தர்போர்ட் கூறியது எவ்வளவு உண்மை! இருமி தன் பொது இயல் மின்னியை இழந்தாலும் அணுக் கருவினை இந்தப் பொது இயல் மின்னியைக்கொண்டு எளிதில் தாக்குவது இப்போது விளங்குகிறது.

கோலி விளையாட்டு

பொது இயல் மின்னி மின்னூட்ட மற்று விளங்குவதினால் கருவினுள்ளே சென்றாலும் அங்கேயே தங்காமல் எப்போதும் வெளி ஏறியே வரும் என நாம் நினைக்கலாம். ஆனால் அவ்வாறு எப்போதும் தங்காமல் வெளி ஏறுவது இல்லை. ஒரு சிலபோது கருவிற்குள்ளேயே தங்கி:விடுகிறது. கற்பனைப் புலமை நிரம்பிய நீல்ஸ் போர் (*Neils Bohr*) என்ற விஞ்ஞானி இதனை ஒரு உவமை கொண்டு விளக்கி வைக்கின்றார். ஓர் உள் குழைவான தட்டினை எடுக்கின்றார். ஒரு சாய்வுப் பலகையை அந்தத் தட்டின்மேல் படும்படி பிடித்துக் கொள்கின்றார் அந்தப் பலகையின் உயரத்தில் ஒரு கோலியை வைக்கின்றார். கோலி கீழே உருண்டு வருகிறது. மிக விரைவாக உருண்டு வருகிற கோலி என்ன ஆகிறது. என்ன ஆகிறது என்பது தட்டில் வேறு கோலிகள் இருக்கின்றனவா இல்லையா என்பதைப் பொறுத்தது. தட்டிலே கோலி இல்லையானால் சாய்வுப் பலகையில் வைத்த கோலி உருண்டோடித் தட்டுக்குள் புகுந்து எதிர்

புறத்தே விரைவாக வெளியேறி விடும். ஆனால் தட்டில் கோலிகள் இருக்குமானால் மேலிருந்து உருண்டு வரும் கோலி உள்ளிருக்கும் கோலிகளைத் தாக்கும்; தாக்கும் போது தன்வேகத்தினை இழக்கும்; இது கொடுத்த வேகத்தால் மற்றக் கோலிகள் அலைந்து கொண்டு கிடக்கும்; இந்த நிலையில் இதுவும் தட்டுக்குள்ளேயே தங்கிவிடும். இந்தக் கோலியைப் போலத்தான் பொது மின்னியும் விளங்கும் எனலாம். சில போது பொது இயல்மின்னி கருவினைத் தாண்டி ஓடும். அணு எண்மிக்க கருக்களிலோ நேர் இயல் மின்னிகள் மிக்கிருப்பதால் அவற்றிற்கிடையே பிடிபட்டுக் கருவிலேயே தங்கிவிடும். மேலிருந்து கோலி விழுந்ததும் உள்ளிருந்த கோலி அசைவதுபோலப் பொது இயல் மின்னி தாக்கி அணுக் கருவும் அசைந்து கொடுக்கும். அசைந்து கொடுப்பது என்றால் என்ன? கம்மாக் கதிர் வீச்சு இயக்கம் எழுவதேயாம். எனவே இத்தகைய நிலையில் கதிர் வீச்சு இயக்கம் பெற்ற (*Radioactive*) பொருள்கள் உண்டாகின்றன. இந்தப் பொது இயல் மின்னி கருவின் உள்ளே புகுந்து கொண்டால் அணு எடை மிகும். ஆனால் அணு எண் மாறாது. அவ்வாறு மாறுவதற்கு இப் பொதுஇயல் மின்னிக்கு மின்னூட்டம் இல்லையே. இதனாலேயே ஓரிடத்தான்கள் (*Isotopes*) இருப்பதற்கு இடமுண்டு.

சதுரங்க பலம்

பழைய நாளைய போரிலே நால்வகைப் படைகள் போரிட்டனவாம். ரத, கஜ, துரக, பதாதிகளே சதுரங்க சேனையாம். தேர், யானை, குதிரை, காலாள் என்ற நான்கு படைகள் கொண்டு முன்னோர் போரிட்டனர்.

இன்று அணுவைத் தாக்குவதற்கும் நான்கு படைகள் பயன்படுகின்றன. ஒன்று நேர் இயல் மின்னி; அதாவது ஹைட்ரஜன் கரு. இரண்டு இருநி (*Denteron*), மூன்று ஆல்பாக் கதிர்; அதாவது ஹீலியக் கரு: நான்கு பொது இயல் மின்னி, இவற்றை மிகப் பெரிய வேகங்கொண்டு தாக்கினால் மட்டுமே அணுக் கரு சிதையும். இவ்வாறு வேகத்தை எழுப்புவது எப்படி? அதனை அடுத்துக் காண்போம்.

---

28. சிறுதுளி பெருவெள்ளம்

(வோல்ட்) பெருவெள்ளம்

இன்று சென்னையில் பலவித பஞ்சத்தின் நடுவே நாம் வாழ்கிறோம். உணவுப்பஞ்சம், உடைப்பஞ்சம்; இது மட்டுமா? தண்ணீர்ப்பஞ்சமும் தலைவிரித்து ஆடவில்லையா? கிணறு இல்லாத இடங்களில் மக்கள் திரள் திரளாக வீதிக் குழாயினைச் சுற்றிப் பலமணிநேரம் காத்திருந்து சில குடங்களை நிரப்பிக்கொண்டு வீடு செல்வதை நாம் காண வில்லையா? ஏன் இந்தக் கஷ்டம்? கீழ்ப்பாக்கத்திலுள்ள பம்புகள் நாள்முழுவதும் வேலை செய்யாததால் தண்ணீர் வரவில்லையாம். பம்பு ஏன் வேலை செய்யவேண்டும்? கீழ் மட்டத்தில் இருக்கும் அந்தத் தண்ணீர் உயர ஏறிச் சென்னை முழுவதிலும் பாயவேண்டும். பம்பு இல்லாமல் இந்தத் தண்ணீர் பாயாதா? முடியாது. வெள்ளம் பள்ளத்தை நாடும். மேட்டின் அருகே போகமாட்டாது. தண்ணீர் ஒரு நிலையிலிருந்து மற்றொரு நிலைக்கும் பாய வேண்டுமானால் இவ்விரண்டு நிலைக்கும் மட்டத்தில் வேற்றுமை இருக்கவேண்டும். உயரத்திலிருந்து தான் பள்ளத்திற்குப் பாய்ந்து ஓடும். ஒரே மட்டமாக இருப்பின் தண்ணீர் பாயாது; தேங்கிக் கிடக்கும். தண்ணீரின் தன்மைபோன்ற தன்மையைப்பெற்றது மின்சாரம். "மின் சாரம் பாய்கிறது" என்று சொல்வோமானால் நிறைமட்ட மாகிய நேர் நிலையிலிருந்து (*Positive Higher level*) குறைமட்டமாகிய எதிர்நிலைக்கு (*Negative lower level*)

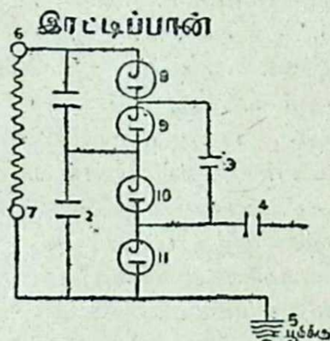
மின்சாரம் பாயும் என்பது மரபு. இந்த நிலைமட்ட வேற்றுமையை, மின்சார ஆராய்ச்சி புரிந்த வோல்டா (*Volta*) என்ற பேராசிரியரின் பெயரைக்கொண்டு வோல்ட் (*Volt*) என வழங்கி வருகின்றனர். எனவே வோல்ட் அல்லது வோல்ட்டேஜ் என்னும் சொல், மின்சார மட்டநிலை வேற்றுமை (*Potential Difference*) யைக் குறிக்கிறது.

இரட்டிப்பான்

அணு உலகில் ஆடுகின்ற சதுரங்கத்தைப்பற்றி முன்னர்க் கூறியுள்ளோம். அணுக்கோலிகளின் வேகத்தை எவ்வாறு மிகுதிப்படுத்துவது என்று அறிய விரும்பினோம். இங்கே தண்ணீர்போல மின்சாரம் ஓடுகிறது எனக் கண்டோம். வேகத்தை எவ்வாறு மிகுதிப்படுத்துவது? மேடு உயர உயரப் பள்ளம் தாழத்தாழத் தண்ணீர் வேகம் மிக்குத் தாவிக் குதித்துப் பாயுமன்றோ? அதுபோல மின்சார நிலைமட்ட வேற்றுமையை மிகுதிப் படுத்திக் கொண்டே போனாலும் மின்சாரம் வேகம் மிக்குத் தாவிக் குதித்துப் பாயும். இதனைப் பயன்படுத்த வழி ஒன்று தோன்றிற்று. அங்கு ஒரு வெளிச்சங்கண்டார் காக்ராப்ட் (*Cockcroft*) என்பார். இவரோடு சேர்ந்தார் வால்டன் (*Walton*) என்பார். வோல்ட் இரட்டிப்பான் (*Voltage doubler*) என்பது இவர்கள் கண்ட கருவி. வோல்ட் என்று கூறிய மின்சார நிலைமட்ட வேற்றுமையை மிகுதிப் படுத்திக்கொண்டே போதலால் இந்தப் பெயர் இதற்கு வந்தது.

இந்த இரட்டிப்பானின் அமைப்பினை விளக்கும் குறிப்புப் படம் ஒன்று இங்கு இருக்கிறது. (படம் 1) அடுத்து இந்த இரட்டிப்பான் கொண்டு லிதிய அணுவைத்

தாக்கி அதனை ஹீலியம் ஆக்குகின்ற முறையின் படத்தினையும் (படம் 2) எழுதி இருக்கின்றோம். இங்கே கார்க்ராப்ட் செய்கின்றது என்ன? மின் ஓட்டத்தின் ஒரு முனையில்



1, 2, 3, 4—மின்சார மதுகை ஏற்றிகள்; 5—தரை இணைப்பு; 6, 7—மின் முனைகள்; 8, 9, 10, 11—வீக்கிகள் (Amplifier)

நேர்நிலை மின் ஊட்டத்தினைச் சேர்த்து வைக்கின்றார். மின்சாரமில்லாத வெற்று நிலையின் (*Vaccuum*) இடையே இந்த மின் ஊட்டத்தினைப் பாயுமாறு செய்கின்றார். ஆறு மில்லியன் (அறுபது லட்சம், 60,00,000 = 6 × 10) வோல்ட் வேகத்தோடு வெற்றிடத்தில் பாய்கின்றது. ஆனால் என்ன நேரிடுகின்றது? அங்குள்ள மின்னிகளின் விசை மாற்றம் (*acceleration*) மிக்கு எழுகிறது.

அகலத் தொட்டியும் நீளக் குழாயும்

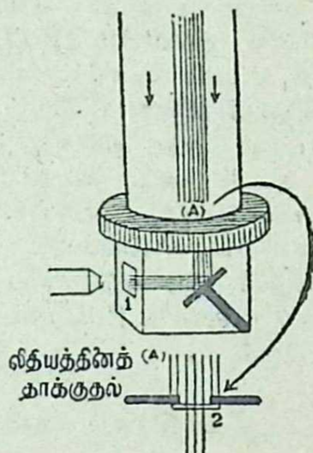
மின்சாரம் பாயும் செப்பு முதலிய ஊடு நிலைகளை, மின்சாரத்தைத் தடுக்கும் காகிதம், அபிரசம் முதலிய ஊடு

நிலைகளின் இடையிடையே அடுக்கி, இந்த மின்சாரப் பாய்ச்சிகளையும் (*Conductors*), மின்சாரத் தடைகளையும் (*Insulators*) வெவ்வேருக இணைத்துவிட்டால் மின்சார மதுகை ஏற்றி (*Condenser*) என்ற கருவி அமைகிறது. வானெலிப் பெட்டிக்குள்ளே இத்தகைய கருவியைக் காணலாம். இந்தக் கருவிகளை ஒரு போகாக (*Parallel*) அடுக்கி வைப்பதும் உண்டு; வரிசையாக (*Series*) அடுக்கி வைப்பதும் உண்டு. பத்துப் படி தண்ணீரை வரிசையாக அமைந்து கிடக்கும் பத்துத் தொட்டிகளில் பாய்ச்சினுல் ஒவ்வொரு தொட்டியிலும் ஒவ்வொருபடித் தண்ணீரே நிற்கும். ஆனுல் இதே பத்துப்படி தண்ணீரை இதே பத்துத் தொட்டிகளில் இடையிலே தட்டுத்தடை இல்லாமல் அடுக்கி வைத்துப் பாய்ச்சிவிட்டால் பத்துப்படி தண்ணீரும் ஒன்ருகத் திரண்டு நிற்கும். இதனுல் மின்சாரத்தைப்பற்றி என்ன தெரிகிறது? மின்சார மதுகை ஏற்றிகளை வரிசையாக அடுக்கினுல் மின்சார வேகத்தைக் குறைத்துவிடலாம். ஒரு போக்காக அடுக்கினுல் ஒருமித்து வேகம் மிக்குத் தோன்றும். ஆகவே காக்ராப்ட் இந்த மின்சார மதுகை ஏற்றிகளை ஒருபோகாக அடுக்கிவைத்து முடுக்கிப் பார்க்கிருர். எண்ணியபடியே வேகம் மிகுகிறது. வோல்ட் அளவு படிப்படியாக உயர்ந்துவரக் காண்கிருர். மின் முனைத் தட்டுகளை அமைக்கின்ருர். இவற்றின் இடையே நேரியல் மின்னி வேகத்தோடு பாயுமன்ருே?

மின்பொலிக்காட்சி

பாய்கின்ற இவை சென்று தாக்குவதற்காகக் குறி ஒன்று அமைக்கின்ருர். (படம் 2) அது லிதியம் வைக்கப் பெற்று உள்ளது. இதன்மேல் நேர்மின்னி பாய்கின்றது. இதன் எதிரே ஒளி எதிர் மின்னும் திரை (*flourescent*

screen) ஒன்று உள்ளது. லிதியத்தின்மேல் நேர் மின்னிகள் பாய்ந்தும் மின்பொலிகள் (*Scintilations*) மின்னுகின்றன. நேர் இயல் மின்னிகள் எங்கிருந்து வருகின்றன?



1—மின்பொலி எழும் திரை; 2—அபிரகத் தகடு. பெரிய படத்திலும் சிறு படத்திலும் மேற்பகுதியி லுள்ள செங்குத்தான கோடுகள் நீரியக் கருக் கற்றையைக் குறிக்கின்றன. மின்பொலி எழும் திரைக்கு வெளியே உள்ளது பெருக்காடி யாகும். படத்தின் அடிப் பகுதியி லுள்ள படுக்கைக் கோடுகள் ஆல்பாக் கதிர்களாம்.

படத்தில் நீரியக் கருக்கள் கற்றையாகப் பாய்வதைக் காணலாம். நீரியக்கரு என்பது நேர் இயல் மின்னிதானே? மின்பொலிகள் இங்கு ஏது! அவைதான் ஆல்பாக் கதிர்கள் (*x Ray*) ஆல்பாக் கதிர்களே ஹீலியக்கருக்கள். இந்த

மின் பொலிகளை எவ்வாறு பார்ப்பது? அதற்காகத்தானே பெருக்காடி ஒன்று அமைத்து இருக்கின்ருர். எவ்வளவு வேகமாக இந்த மின்னிகள் கீழ் வீழ்கின்றன, இதற்கெனத் தனிக்கணக்கு ஒன்று உண்டு, மிலியன் எலக்ட்ரான் வோல்ட் (*1,000,000 Electron Volts*) என்று பேசுகிருர்கள். பத்து லட்சம் வோல்ட் உள்ள மின் மண்டலத்தின் ஊடே ஒருஎதிர்மின்னி கீழே இறங்குகிறது என்று வைத்துக்கொண்டால் அது குறித்ததோர் ஆற்றலோடு பாயுமன்ருே? அங்கே அது பெறும் ஆற்றலைத்தான் மிலியன் எலக்ட்ரான் வோல்ட் என்பர். இங்குக் கூறிய இரட்டிப்பான் என்றகருவி இவ்வாறு ஆற்றலை எவ்வளவு வரை பெருக்கக்கூடும்? இரண்டு மிலியன் எலெக்ட்ரான் வோல்ட் (*2000000 Electron Volt*) வரை இவ்வாற்றலைப் பெருக்கி வளர்க்கலாம்.

புதிய இரசவாதம்

இந்தக் கருவிகொண்டு இந்த நாளைய இரசவாதம் நடக்கிறது. லிதியத்தின் அணு எடை ஏழு. இதனைத் தாக்கும் நேரியல் மின்னியின் அணு எடை ஒன்று. ஆக மொத்தம் அணு எடை எட்டு. இந்த எட்டும் செம்பாதியாக நாலு எடை நாலு எடை எனப் பிரிகின்றது. நான்கு எடையுள்ள அணு எது? ஆல்பாக் கதிராம் ஹீலியம்தான். லிதியம் ஹீலியமாக மாறும் இரசவாதமன்ருே இது?

மயிர்ச்சிலிர்ப்பில் மின்சாரம்

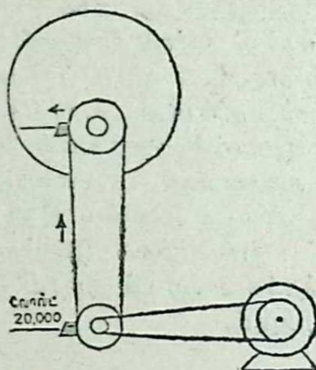
வான் டி கிராப் (*Van-de-Graff*) என்பார் வேருெரு கருவியினை அமைத்தார். அதனை நிலை இயல் மின் ஆக்கி

(*Electro-static generator*) என வழங்கலாம். அந்தப் பெயர் தெரிவிப்பது போல அந்தக் கருவி மின்சாரத்தைப் படைத்துத் தருகின்றது. நம் ஊர்களுக் கெல்லாம் மின்சாரம் படைத்துத் தரும் கருவி இயங்கியல் மின் ஆக்கி (*Electro-dynamic generator*) ஆகும். ஓடுகின்ற மின்சாரத்தைப் பாரடே (*Faraday*) கண்டார். அதற்கு முன் உலகம் அறிந்து இருந்தது நிலை இயல் மின்சாரமே. தலை மயிரினைச் சீப்புக் கொண்டு வாரினால் உலர்ந்திருக்கும் நிலையில் மின்சாரம் எழும். செருப்புப் போட்டுக்கொண்டு இரத்தின ஜமக்காளத்தின்மீது உராய்ந்து நடந்தாலும் பளிச்செனச் சிலபோது மின்சாரத்துகள் எழும். பட்டுத் துணி கொண்டு கண்ணாடிக் குழாயைத் தேய்த்தால் மின்சாரம் எழும். அதைக் கொண்டு சிறு காகிதத்துண்டு களின் எதிரே காட்டினால் காந்தம் இரும்புத் துண்டுகளை வலிப்பதுபோல இந்தக்கண்ணாடிக் குழாய் காகிதத் துண்டு களை வலித்து இழுக்கும்.

மின் ஆக்கி

இந்த மின்சாரம் குறைந்த அளவில்தான் ஏற்படும். அதன்றியும் குறைந்த நேரத்தில் அது பாய்ந்து முடிந்து விடும். அதனைச் சேர்க்க வேண்டுமானால் துளித்துளி யாகத் தான் சேர்க்க வேண்டும். அப்படிச் சேர்க்கவும் விஞ்ஞானிகள் வழி செய்து உள்ளார்கள். ஒரு அபிரேகச் சக்கரம் – அதன் வெளிப் புறத்தே இடை இடையே வெட்ட வெளிகள் – அதிலே ஒன்றை ஒன்று தொடாத உலோகத் தகடுகள். அந்தச் சக்கரம் சுழலும்போது அந்த உலோகத்தகடுகளை உராயும்படியாக அமைத்த ஒரு மயிர்க் கற்றை (*brush*)–இவ்வாறு அமைத்துச் சக்கரத்தைச் சுழற்றும்போது உராய்தலால் மயிர் நுனி வழியே எழும்

மின்சாரத்தைத் திரட்டி எடுத்துக்கொண்டு போக மின்சார மதுகை ஏற்றி அமைந்திருக்கும். இது கொள்ளுமளவும் மின்சாரம் பாய்ந்து இதனை நிரப்பும். பின்னர் இது வழியத் தொடங்கியதும் முழுதும் வழிந்து வெளியே பொறிப் பொறியாக வெளிவரும். இதுபோன்ற மின்சாரக்



மின் ஆக்க்

வலப்புறமுள்ளது இயக்கி (Motor) 20,000 வோல்ட் என்ற விளக்கத்தின் பக்கத்திலுள்ள கோடுகள் மின்னூட்டம் தெளிக்கும் ஊசிகள். அதே போல மேற் பகுதியில் பெரிய வட்டத்தின் உள்ளிருக்கும் அமைப்பு மின்னூட்டத்தைச் சேர்க்கும் கம்பியாகும். பெரிய வட்டம் மின்னூட்டம் சேர்வதற்கான உருண்டையைக் குறிக்கிறது.

கருவியைத்தான் வான்டி கிராப் அமைத்தார். இங்கே காட்டிய படம் (படம் 3) இதனை விளக்கும். கீழே ஒரு இயக்கி இருக்கக் காண்கிறோம். அது சுற்றுகிறது.

அதற்கு நேராக இடப்பக்கம் ஒரு சச்சகரம் இருக்கிறது. இரண்டையும் ஒரு பட்டையான வட்டம் இணைக்கின்றது. இயக்கி சுற்றும்பொழுது இடப்புறச் சக்கரமும் சுற்று கிறது. இந்த இடப்புறச் சக்கரம் கீழே இருக்கிறது. இதற்குமேலே உயரத்தில் மற்ருெரு சக்கரம் இருக்கிறது. கீழ்ச் சக்கரத்தையும் மேல் சக்கரத்தையும் மற்ருெரு பட்டை வளையம் இணைக்கின்றது. கீழ்ச் சக்கரம் சுற்றும் போது மேற் சக்கரமும் சுற்றும். கீழிருக்கும் சக்கரத்தை ஒட்டிப் பட்டைமேல் உராயும்படியாக நுண்ணிய ஊசிகள் இருப்பதைக் காணலாம். உராயும்போது எழுகின்ற மின்சாரத்தை இவை பட்டைமேலே தெளிக்கின்றன. இந்தப் பட்டை கீழிருந்து மேலே சென்றதும் அங்கே நாம் காணுகின்ற வேறு ஊசிகள் இந்த மின்சாரத்தை வாங்கிக் கொள்கின்றன. அந்த ஊசிகளோடு ஒரு கம்பி இருக்கக் காண்கிருேம். அந்தக் கம்பியின் வெளியாக இந்த மின்சாரம் ஓடுகிறது. உள்ளே ஒன்றுமில்லாத உருண்டையில் இந்தக் கம்பி முடிகிறது. அதனுல் அந்த உருண்டையில் மின்சாரம் திரள்கிறது.

புதிர்க் கதிராக்கி

இவ்வாறு எவ்வளவு வோல்ட் வேண்டுமோ அவ்வளவும் அமைத்துக் கொள்ளலாம். இப்படியே மற்ருெரு மின் ஆக்கியையும் அமைத்துக் கொள்கிருர். ஒன்றில் நேர் மின் ஆற்றல் திரளும்; மற்ருென்றில் எதிர் மின் ஆற்றல் திரளும். ஒவ்வொன்றிலும் ஒரு மிலியன் வோல்ட் அளவு திரட்டினுல் இவை பொறிபரக்கப் பாயும் போது இவற்றினிடையே இரண்டு மிலியன் ஓல்ட் அளவு வேகம் எழும். ஐந்து மிலியன் வோல்ட் வரை இந்த வேகத்தை

உயர்த்தக்கூடும் என வான்டி கிராப் கண்டார். இதற்குள்ளே புகுந்து ஓடும் எதிர் மின்னியின் ஆற்றலை எவ்வளவுக்கு உயர்த்தக்கூடும்? ஒரு மிலியன் எலெக்ட்ரான் வோல்ட் வரை எதிர் மின்னியின் ஆற்றலை உயர்த்தலாம் எனக் கண்டார். எக்ஸ் (*X-Ray*) கதிர்களை விளைவிக்க இவை மருத்துவச் சாலைகளில் பெரிதும் உதவி செய்கின்றன.

---

29. கருவினைத் தாக்கக் கவண்டினைச் சுற்றல்

ஆசைக்கோர் அளவில்லை

அணுக்குண்டு கொண்டு இன்று உலகம் போரிடு கின்றது. அணுவானது நம்மைத் தாக்க வழி செய்வதற்கு முன் இதனைத் தாக்க விஞ்ஞானிகள் வழி செய்தனர். அப்போதுதான் அது தன் உண்மையைக் கக்கியது. அணுவைத் தாக்குவதற்கு மின்னிகளை மிக வேகமாக அதன்மேல் எறிய வேண்டும் எனக் கண்டனர், இரட் டிப்பான் இரண்டு மிலின் (2000,000 *Electron Volt*) எலெக்ட்ரான் வோல்ட் ஆற்றலோடு மின்னியை ஓடச் செய்யும் எனக் கண்டோம். வான்டி கிராப் கண்ட மின்னுக்கி ஒரு மிலியன் எலெக்ட்ரான் வோல்ட் வரை எதிர் மின்னியின் ஆற்றலை உயர்த்திக் காட்டியது. ஆனல் நம் ஆசைக்கோர் அளவில்லை. லாரன்ஸ் (*Lawrence*) என்பவர் ஓர் அற்புதக் கருவி காண்கிறார். அதற்கு ஆங் கிலத்தில் (*Cyelotron*) சைக்லோட்ரான் என்று பெயர். இதனைச் சுழலினி என நாம் வழங்கலாம். லாரன்ஸ் வேண்டியது என்ன? ஹைட்ரஜன் கருவோ, இருநியோ (*Deliteron*) கற்றையாகப் பேர் அருவி போல ஓடிக் கரு வினைத் தாக்குதல் வேண்டும். அணுவின் பொருண்மை மிக்குவர மிக்குவரக் கருவின் எதிர்ப்பும் மிக்கு வருகிறது. ஹைட்ரஜன் கருவோ இருநியோ இந்த எதிர்ப்பையும்

அழித்துக்கொண்டு கருவின் உள்ளே புகவேண்டுமானால் மிக மிக விரைவாகச் சென்று தாக்குதல் வேண்டும். ஆனால் குறைந்த மின்னோட்டச் செலவில் இந்த மாய வித்தையைச் செய்ய வேண்டும். இதுவே இவருடைய நோக்கம்.

கவண்கல்

லாரன்ஸ் கண்டது மிக மிகப் புதிய கருவி. ஆனால் அதன் தத்துவம் மிக மிகப் பழையது. காட்டு மிராண்டியாய் மனிதன் வாழ்ந்த காலத்தில் கற்றது. கவண்கல் என்பதனை இன்று கவண்டுகல் எனப் பேசி வருகின்றோம். காட்டில் கற்ற வித்தை இது. இதனைச் சிறிது உற்று நோக்குதல் வேண்டும். தோலில் கல்லை வைக்கிறான் காட்டு மனிதன். பல முறை சுழற்றுகின்றான். பின்னர் வீசி எறிகின்றான். ஏன் இப்படிச் செய்கின்றான்? இப்படிச் சுழற்றுவதால் கல்லின் வேகம் மிகுகின்றது. மிக மிக ஊற்றத்தோடு பாய்ந்து ஓடுகிறது. வேகமாகத் தாக்குகிறது: சிறு கல்லும் மலைபோலத் தாக்குகிறது. இவ்வாறே அணுவினைத் தாக்கும் தாக்கிகளையும் சுழற்றி விட்டால் அணுவின் கருவுக்குள் எளிதிலே சென்று பாயும். இது தான் லாரன்ஸ் காண்கிற காட்சி.

இயற்கையை ஏமாற்றுதல்

மற்றொரு காட்சியும் காண்கிறார். அது இயற்கைச் சட்டத்தின் திருவிளையாடல், ஒரு கெட்டியான பந்து மிக மிக வழவழப் புள்ளது – உலகில் இல்லாத வழ வழப்பு; மீள் சக்தி (*Elasticity*) நிறைந்தது அது – உலகில் இல்லாத மீள் சக்தி அது. இத்தகைய பந்து

ஒரு சுவர்மேல் பாய்கிறது. சுவரும் உலகில் இல்லாத மீள் சக்தி உடையது – வழ வழப் பானது – மிகவும் கெட்டியானது. என்ன ஆகிறது? வழவழப்பு நிறைநிலையில் இருந்ததால் பந்து தன் ஆற்றலை இழந்து ஓய்கின்றதைக் காணோம். சுவரும் அதனை எதிர்த்து அதே அளவில் தாக்கு கிறது. தாக்கலும் எதிர் தாக்கலும் ஒத்து நின்று ஒன்ற னுக்கு ஒன்று எதிர்முகமாய் இருக்கும் என்பது இயற்கைச் சட்டம். பந்து அடித்தவனை நோக்கித் திரும்பி வருகிறது. தன் ஆற்றலையும் அது இழக்கின்றதில்லை. அம்மட்டுமா? சுவரின் எதிர்த்தாக்கலையும் பெற்றுத் திரும்புகிறது தன் ஆற்றல், சுவரின் ஆற்றல் என்ற இரண்டு ஆற்றலையும் பெற்று இரட்டிப்பு ஊற்றத்தோடும் திரும்புகின்றது. (போகும்போது அதன் ஊற்றம் (*Momentum*) ஒன்ருனல் $(+mv)$ திரும்பும்போது அதன் ஊற்றம் $(-mv)$ ஆக மாறி வருகிறது. எனவே அதன் மொத்த ஊற்றம் $(+mv)-(-mv)=2mv$ என இரட்டிக்கிறது.] இப்படியே பல முறை போயும் திரும்பியும் பந்து சுவரில் தாக்கி வருமானுல் 2, 4, 8, 16, 32............என ஏறிக்கொண்டே போகும். இது ஒரு நல்ல கனவு. இயற்கையைக் கனவி லன்றி நனவில் இவ்வாறு ஏமாற்றிக்கொண்டுபோக முடி யுமா? அத்தகைய வழவழப்பில்லாத உலகில் லாரன்ஸ் இயற்கையை எவ்வாறு ஏமாற்றி வெல்கிருர்?

மின்னில் ஓர் வழவழப்பு

இத்தகைய நிலைமையினை மின்சார உலகில் காண்கிருர் லாரன்ஸ். மின்னூட்டத்தின் சிறப்பியல்பு என்ன? ஒருவகை மின்னூட்டம் மற்ருெரு வகை மின்னூட்டத்தினை வெறுத்துத்தள்ளும் என்பதே என அறிவோம்.

நேர் நிலை மின்னூட்டம் பெற்ற கரு ஒன்று காட்சி அளிக்கிறது. அதன் இயல்பு என்ன? எதிர் மின் நிலையை நாடி ஓடுகிறது. அதற்கு இற்கையாகவே குறித்ததோர் வேகம் உண்டு. அது ஒரு புறம் சென்றதும் திடீர் என இதுவரை இருந்த மின்னூட்டம் நேர்மின்னூட்டமாக மாறுமானால் இந்தக்கரு அந்த இடத்திலிருந்து வெறுத்துத் தள்ளப்படுகிறது. நேர்கோடாகச் சென்றது வளைந்து திரும்புகிறது: அப்போது கரு தன்னுடைய பழையவேகத்தோடு வெறுத்துத் தள்ளுவதினால் எழும் புதிய வேகமும் சேர இரட்டிப்பு வேகத்தோடு பாய்கிறது. இப்படி அடிக்கடி செய்துவர மின்னியோ பலபல மடங்காய் வேகம் பெற்றுச் சுழலுகிறது. ஆனால், மின்னூட்டம் இவ்வாறு மாறுவது எங்கே? மின் ஓட்டம், மாற்றோட்டம் என்றும் (*alternating current*) மாறாநேரோட்டம் என்றும் (*direct current*) இருவகையாக ஓடுவதனை நாம் அறிவோம். மாற்றோட்டத்தில் நேர்மின் நிலை எதிர்மின் நிலையாகியும், எதிர்மின் நிலை நேர்மின் நிலையாகியும் மாறி மாறிவரும். ஆதலின் லாரன்ஸ் காண்கின்ற கனவு அங்கே நனவாகிறது.

சிறு துளி பெரு வெள்ளம்

எனவே உயர்நிலை மட்ட வேற்றுமை உள்ள மின் எல்லையில் அல்லது மின் மண்டலத்தில் (*High Voltage Electric field*) இத்தகைய தாக்கிகளை ஒரு முறை சுற்றுவதைவிட, குறைநிலை வேற்றுமை உள்ள மண்டலத்தில் (*Low Voltage Electric field*) பல முறை சுழலவைத்து எளிதில் வேகத்தைப் பெருக்கலாம். சிறிய இலாடம் போன்ற மின்காந்தம் ஒன்றினை எடுக்கிறார் லாரன்ஸ். அந்தக் காந்தத்தின் இருமுனைக்கு இடையே மின்சாரமில்லாத ஒரு வெற்றுநிலைத் தட்டினை அமைக்கின்றார்.

இதற்குள்ளே அணுவைத் தாக்க வரும் ஹைட்ரஜன் கருக்கள் இடைவிடாது நுழைந்து கொண்டே இருக்கின்றன. காந்தத்தின் வழியே மாறு நேர் ஓட்டமாக மின்சாரம் முதலில் ஓடுகிறது. இதன் பயனாக இடையேயுள்ள தட்டில் காந்த நிலை விளைகிறது. சுற்றும் மின்னோட்டம் ஓடினால் இடையில் காந்தச் சக்தி விளையும் என்பது இயற்கை நியதி. காந்தத்தின் இருமுனைகளுக்கும் நடுவேயுள்ள வெட்டவெளியில் 2000 வோல்ட் அளவில் மாற்றோட்டம் ஓடுகிறது. இதன் பயனாகத் தட்டில் புகுந்த தாக்கிகள் வட்டமாகச் சுழலுகின்றன. காந்த எல்லையுள் மின்னூட்டம் பெற்ற பொருள்கள் இவ்வாறு வட்டமாகவே சுழலும். தட்டில் அரைச்சுற்றுச் சுற்றியதும் மாற்றோட்டத்தின் பயனாக எதிர்முனையாகியும் நேர் முனையாகியும் மாறும். அவ்வாறு மாறும்போது முன் கூறிய பந்து முன்னைய வேகம் குறையாது எதிர்ப்புறத்தே இரட்டை வேகத்தோடு ஓடியதுபோல உள்ளே நுழைந்த ஹைட்ரஜன் கருவும் இரட்டிப்பு வேகமாக ஓடும். 2000 வோல்ட் 4000 வோல்ட்டாக ஏறும். தட்டில் இருந்தவை அரைச் சுற்றுக்கு ஒருமுறை தட்டின் விளிம்பிற்காகச் சிறிது சிறிது தள்ளிவந்து ஓடிச் சுற்றும். இவ்வாறு பல முறை தூண்டப் பெற்றால் கடுமையான வேகத்தோடு ஓடித் தட்டின் விளிம்பிற்கு அருகேயுள்ள ஒரு துளை வழியாகப் புறத்தே பாய்ந்து அணுவினைத் தாக்கிச் சிதைக்கும். கீழேயுள்ள படம் இதனை விளக்கும்.

343 பக்கம் பார்க்க

சுழலினி பூதம்

லாரென்ஸ் மேலும் பெரிய பெரிய மின்காந்தங்களைப் பயன்படுத்துகின்றார். 220 டன் அளவுள்ள மின்காந்தம்

கொண்ட பெரிய சுழலினி ஒன்று செய்கின்றார். அதிலிருக்கும் தட்டின் விட்டம் 5 அடி. அதன் இயங்கு நிலைஆற்றல் 16 மில்லியன் எலெக்ட்ரான் வோல்ட். இருநிக் கற்றைகளை இயக்கிவைத்து அதிலிருந்து வெளியே பாய்ச்சுகிறார். 5 அடி கனம் வரை இந்த இருநிக் கற்றை ஊடுருவிச்செல்கின்றன. இருநிகள் விநாடிக்கு 25,000 மைல் வேகத்தில் ஓடுகின்றன. ஒவ்வொரு விநாடியும் 600 டிரிலியன் (ஒரு டிரிலியன் என்பது 10^{18} அதாவது 1,000,000,000,000,000,000) அதிலிருந்து வெளிவருகிறது. 30 டன் ரேடியம் இருந்தால்தான் இவ்வளவு ஆற்றல் வெளிவருதல் கூடும். பெரிலியம் போன்ற பொருள்களின்மேல் இந்தக் கற்றை கொண்டு தாக்கினால் பொது இயல் மின்னி மழை போலப் பொழிந்து வழிகிறது. ஒரு லட்சத்தில் ஒரு இருநிதான் அணுவின் கருவினை நேரே சென்று தாக்கி உள் நுழைந்து பொது இயல் மின்னியையோ நேர் இயல் மின்னியையோ தள்ளிக் களைதல் கூடும். தள்ள வேண்டும் என்பது இல்லை. இலக்காக அமைந்த அணுக்கரு இருநிகளில் பலவற்றைச் சிறைப்படுத்தும்; இது காரணமாகக் கருவானது சமநிலை கெட்டுப் பிறழ்நிலையில் விளங்கும். இது அன்றோ கதிர்வீச்சு இயக்கம் பெற்ற நிலை? இதனால் செயற்கைக் கதிர் வீச்சுப் பொருள்கள் தோன்றக் காண்கிறோம். இது வரை 200-க்கு மேற்பட்ட செயற்கைக் கதிர்வீச்சுப் பொருள்கள் சுழலினியின் அருளால் நமக்குக் கிடைத்திருக்கின்றன. ஆனால் இந்த எந்திரத்தினை ஓட்டுவாரின்மேல் பொது இயல் மின்னி பாய்ந்தால் பெருங் கேடுதான் விளையும்; சாவுதான் முடிவாகும். இதனைத் தடுக்கக் காரியச் சுவர்களை இடையே அமைக்கவேண்டும்; நீர் நிலைகளையும் தடையாக ஏற்படுத்துகின்றனர். எவ்வளவு பெரிய ஏற்பாடுகள்! பூதமல்லவா? அதனை அடக்கித்தானே வைக்கவேண்டும்.

சிக்கிச் சிதறல்

லாரன்ஸ் என்பவர் இருசி கொண்டுமட்டும் ஆராய வில்லை. ஹீலியக் கருக்களாம் ஆல்பாக் கதிர்கள் கொண் டும் ஆராய்ந்தார் என்று கூறினோம். 50,000 வாட் (*watt*) வினைத்திறனைச் செலுத்தி 32,000000 எலக்ட் ரான் வோல்ட் அளவுள்ள இயங்கு மின்நிலை அமுக்கத்தில் ஹீலியக் கற்றையை மேலே கூறிய 220 டன் எந்திரத்தி லிருந்து வெளித்தள்ளி ஆராய்கின்றார். 2000 டன் எடை யுள்ள எந்திரம் செய்ய முயல்கின்றார். போரினால் இந்த முயற்சி தடைப்படுகிறது. உலகம் முழுதும் ஜப்பானிலும் ருஷியாவிலும் ஐரோப்பாவிலும் அமெரிக்காவிலும் சுழலினிகளை ஆராய்ச்சியாளர்கள் பயன்படுத்தி வருகின்றார் கள். உலகில் 40 சுழலினிகளுக்குமேல் வேலைசெய்து வரு கின்றனவாம். இவ்வாறு இது உலகறிந்த பொருளாக ஆகிவிட்டதிலிருந்தே இதன் பயனை நாம் அறியலாம். இது ஒரு சிக்கலான எந்திரம். இதனை ஒரு அம்மையார் காண்கிறார். "அணுவினை இந்தச் சிக்கலுக்குள் தலை கொடுக்க வைத்ததும், அது தயங்கித் தயங்கி மயங்கி உள் உடைந்து ஒழிகின்றது" என்று கூறுகின்றார். தனி மனிதன் ஒருவனாக அமைக்க முடியாத எந்திரம்; பல கலை வல்லோரும் சேர்ந்து செய்யத் தக்கதோர் எந்திரம். இதில் 5½ மிலியன் எலெக்ட்ரான் வோல்ட் உள்ள மின் அமுக் கத்தை எட்டு மிலியன் எலெக்ட்ரான் வோல்ட் ஆக ஏத்தியதும் கருச்சிதைவு 100 மடங்காக மிகுகின்றது. அம்மம்மா! அணு ஆராய்ச்சிக்கு இது எவ்வளவு பயன் படுகிறது என்று சொல்லவேண்டுமா? இந்தக் கருவியின் பெருமையைக்கண்ட விஞ்ஞான உலகம் இவருக்கு நோபல் பரிசு தந்து வாழ்த்தி வணங்குகிறது.

---

30. புதிய இரசவாதம்

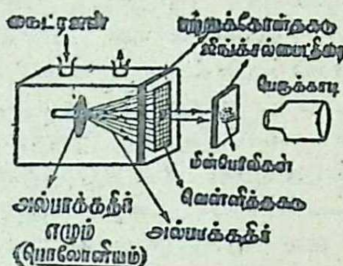
ஏறுதலும் இறங்குதலும்

அணுவினைத் தாக்கிக் கருவினைச் சிதைக்கின்ற முயற்சியைக் காண்கிறோம். இதனால் என்ன நேரிடுகிறது? ஒரு பொருள் மற்றொரு பொருளாக மாறுகிறது. அணுக் கருவிலிருந்து நேரியல் மின்னி வெளியே போகிறது. அப்போது அந்த அணுக்கரு ஒரு நேர்மின் ஊட்டத்தை இழக்குமன்றோ? நேர்மின் ஊட்டத்தை எண்ணத்தானே அதனுடைய அணு எண்ணைக் குறிப்பிடுகின்றோம். இப்போது நேர்மின் ஊட்டம் ஒன்று குறைந்தால் அணு எண்ணும் குறையுமன்றோ? ஓர் அணு மற்றோர் அணுவிலிருந்து வேறுபடுவது இந்த அணு எண்ணாலேயே என்று அறிவோம். எனவே, அணு எண் குறைந்ததும் அந்த அணு வேறு ஓர் அணுவாக மாறுகிறது; வேறு ஒரு பொருளாக மாறுகிறது. கருவிலிருந்து எதிர் மின்னி வெளியேறினால் அதன் நேர்மின்னூட்டம் ஒன்று ஏறும்; அதன் அணு எண்ணும் ஒன்று ஏறும்; வேறு ஒரு பொருளாகும்.

ருத்தர்போர்ட் சித்தர்

கவன்டிஷ் (*Cavendish*) செய்காட்சி நிலையம், இங்கிலாந்திற் சிறந்த கேம்பிரிஜ் (*Cambridge*) பல்கலைக் கழகத்தில் பேரும் புகழும் கொண்டு விளங்குகிறது. 1919 வருஷம் பிறக்கிறது. அதன் பழைய மாணவர் ஒருவர்

இப்போது அதன் தலைவராக வருகின்றார். இவரே ருத்தர் போர்ட் (*Prof. Rutherford*) பேராசிரியர். புதிய இரச வாதப் பெட்டியைக் கீழே காணலாம். அது ஒரு மூடிய



பெட்டி. அதனிடையே பொலோனியத்தை (*Polonium*) வைக்கின்றார். ஏன்? அதிலிருந்து ஆல்பாக் கதிர்கள் (*x rays*) இயற்கையாகப் பறக்கும். இதன் எதிரே வெள்ளித் தகடு ஒன்று இருக்கிறது. இந்தத் தகட்டுக்கு அப்பால் ஜிங்க்சல்பைடு (*Zinc Sulphide*) தடவிய திரை ஒன்றினை அமைக்கின்றார். மின்னிகள் பிரிந்து இதன் எதிர் வந்ததும் இதில் மின்பொலிகள் எழும். முதலில் பெட்டி முழுவதும் ஆக்சிஜன் கொண்டு நிரப்புகின்றார். என்ன நேரிடுகிறது? பொலோனியத்திலிருந்து எழும் ஆல்பாக் கதிர்கள் வெள்ளித் தகட்டினை ஊடுருவிக் கொண்டு திரை மேல் விழுகின்றன. மின் பொலிகின்றன. எதிரே யுள்ள பெருக்காடி வழியாக இதனை இவர் காண்கின்றார். அடுத்த படியாக வெள்ளித் தகட்டிற்கும் பொலோனியத்திற்கும் இடையே ஆல்பாக் கதிர்களை முழுவதும் பற்றிக்கொள்ளும் பற்றுக்கோள் திரை ஒன்று அமைக்கின்றார். அப்போது திரையில் மின் பொலி ஒன்றும் தோன்றவில்லை. பின்னர் ஆக்சிஜனை நீக்கிவிட்டுப் பெட்டி முழுவதிலும் நைட்ரஜனை நிரப்புகிறார். மின் பொலிகள் எழுகின்றன.

ஏன் இந்த மாறுதல்? ஆல்பாக் கதிர்கள் நைட்ரஜன் கருக்களைத் தாக்குகின்றன. அதிலிருந்து மின்னிகள் புறப்படுகின்றன என்று தெரிகிறது. எப்படி? இவை அல்லவா இரண்டு தகடுகளையும் ஊடுருவிச் சென்று திரையில் பொலிகின்றன. இவை என்ன மின்னிகள்? ருதர்போர்ட் இதனைக் காந்த எல்லையில் வைத்துப் பார்க்கிறார். நேர் மின்னூட்டம் ஒன்று பெற்றவைகளாக இவை விளங்குகின்றன. நைட்ரஜனில் இருந்து ஓர் நேர் இயல் மின்னி வெளியேறுகிறது என்பது தெளிவு. நைட்ரஜனின் மின்னூட்டம் ஏழு. அதன் அணு எண் ஏழு. ஆதலின் அது ஆறு ஆகக் குறைகின்றது. இதன்மேல் இரண்டு மின்னூட்டம் பெற்ற ஆல்பாக் கதிர் தாக்குகிறதால் ஆறும் இரண்டும் சேர்ந்து எட்டு ஆதல் வேண்டும். எட்டு மின்னூட்டம் அல்லது அணு எண் எட்டு கொண்ட பொருள் எது? அதுதான் ஆக்சிஜன். என்ன நிகழ்ந்திருக்கிறது? நைட்ரஜன் ஆக்சிஜனாக மாறியிருக்கிறது. இதுவே புதிய இரசவாதம். இதனை வேதிப் புலவர்கள் எழுதும் அடையாளங்கள் கொண்டு சமன்பாடுகளாக விளக்கிக் காட்டலாம்.

$${}_2He^4 + {}_7N^{14} \longrightarrow {}_8O^{17} + {}_1H^1$$

ஆல்பாக்கதிர் தாக்குகிறது

நைட்ரஜன் தாக்கப்படுகிறது

என்ன மாறுதல்
ஆனால் எடை 16 அல்ல 17
ஆக்சிஜனாக மாறுகிறது

கருவிலிருந்து வெளியேறுகிறது
நேர்இயல்மின்னி

(இங்கு மேலுள்ள எண்களை ⟶க்கு ஒரு புறத்தில் இருப்பவற்றைக் கூட்டினால் மறுபுறத்தில் மேலே யுள்ள எண்கள் வரும். கீழுள்ள எண்களும் அப்படியே

$$\left\{ (4+14)=(17+1)=18 \right\}$$

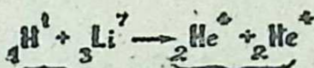
என்றும்;

$$\left\{ (2+7)=(8+1)=9) \right\}$$

என்றும் வருதல் காண்க. மேலுள்ளது அணு எடை. கீழ் உள்ளது அணு எண். அதாவது கருவின் மின்னூட்டத்தின் எண்ணிக்கை தனிப்பட்டு விளங்கும் (*He, N O etc.*) குறிகள் தனிப்பட்டவைகளைக் குறிக்கும்.)

காக்ராப்ட் சித்தர்

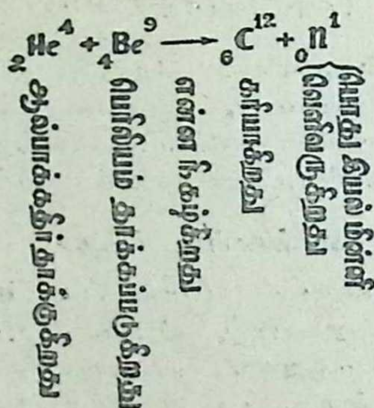
காக்ராப்ட் வால்டன் (*Cockroft - Walton*) செய்த இரசவாதம் ஒன்று உண்டு. லிதியம் (*Lithium*) ஹீலியமாக (*Helium*) மாறுகிற இரசவாதத்தினை முன்னர்க் கண்டோம். அங்கு என்ன நிகழ்கிறது?



$${}_{1}H^{1} + {}_{3}Li^{7} \longrightarrow {}_{2}He^{4} + {}_{2}He^{4}$$

சாட்விக் சித்தர்

சாட்விக் (*Chadwick*) செய்தது என்ன? பெரிலியத்தினை ஆல்பாக் கதிர் கொண்டு தாக்கிக் கரியணுவாக மாற்றினார்.



கரிச்சித்து

அணுக்களின் இருப்பினையும் அவை ஹைட்ரஜன் அணுவால் சமைந்தன ஆதலையும், நேர் இயல் மின்னியும் பொது இயல் மின்னியுமாகக் கரு அமைந்து கிடப்பதனையும் இந்த இரசவாத முறை தெளிவாக்குகின்றது. தொடர்ச்சியாக நிகழ்ந்த மற்றொரு இரசவாத வேடிக்கையைக் கீழே காண்போம். ஹைட்ரஜன் கருவைக் கொண்டு கரியைத் தாக்கினார்கள்.

$${}_7N^{13} \longrightarrow {}_6C^{13} + {}_1e^{+} \quad \ldots (2)$$

${}_7N^{13}$: முன்னைய நைட்ரஜன் கதிர் வீச்சு இயக்கம் பெற்றது அதனால் மாறுகிறது

${}_6C^{13}$: கரியாகிறது ஆனால் கரியின் எடை (12 அல்ல 13)

${}_1e^{+}$: நேர் மின்னி ஓடி விடுகிறது. நேர்மின்னி (positron) எதிர் மின்னி போன்ற எடையே ஆகையால் எடை 0, ஆனால் மின்னூட்டம் 1 இதன் மின்னூட்டம் நேர் மின்னூட்டம் இது ஒரு அருபொருள்

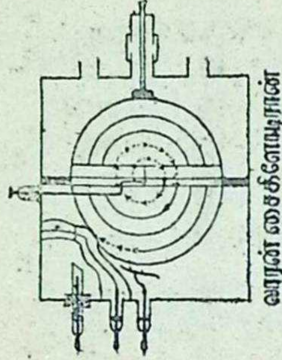
$${}_1H^1 + {}_6C^{13} \longrightarrow {}_7N^{14} \quad \ldots (3)$$

${}_1H^1$: மறுபடியும் நேர் இயல் மின்னி தாக்குகிறது

${}_6C^{13}$: மேலே உண்டான கரி அணு-வானது தாக்கப்படுகிறது

$\longrightarrow$: என்ன மாறுதல்

${}_7N^{14}$: நைட்ரஜன் அணுவாக மாறுகின்றது ஆனால் எடை 14 ஆகிறது இதுவே அதன் சாதாரண எடை



வாரன் சைக்ளோட்ரான்

$${}_1H^1 + {}_6C^{12} \longrightarrow {}_7N^{13} \quad \ldots (1)$$

${}_1H^1$: (நேர் இயல் மின்னி தாக்குகிறது (இது தான் ஹைட்ரஜன் கரு)

${}_6C^{12}$: கரி தாக்குண்கிறது

$\longrightarrow$: என்ன ஆகிறது

${}_7N^{13}$: (நைட்ரஜன் பிறக்கிறது (இது கதிர்வீச்சு இயக்கம் பெற்றது) இதன் அணு எடை 13, 14 அல்ல

(6) $_1H^1 + {_7N^{15}} \rightarrow {_6C^{12}} + {_2He^4}$

ஆல்பாக்கதிர் வெளியேறுகிறது
(இது ஹிலியக்கரு)

கரியணு தோன்றுகிறது

என்ன மாறுதல்

மேல் எழுந்த நைட்ரஜன்
தாக்குண்கிறது

நேர் இயல் மின்னி அல்லது
ஹீரியக்கரு தாக்குகிறது

[illegible] $_7N^{14} \rightarrow {_8O^{15}}$ (4)

ஆக்சிஜனாக மாறுகிறது இது
புதியது இதன் எடை 15.16 அன்று
இது கதிர் வீச்சு இயக்கம் பெற்றது
ஆதலின் தானாக மாறுகிறது

என்ன மாறுதல்

மேலே உண்டான நைட்ரஜன்
தாக்குண்கிறது

மறுபடியும் நேர் இயல் மின்னி
தாக்குகிறது

(5) $_8O^{15} \rightarrow {_7N^{15}} + {_1e^0}$ (5)

நேர் மின்னி சென்று பிறக்கிறது
மேலே இரண்டாவது சமன்பாட்டில்
(Equation) இதனைக் காண்க

நைட்ரஜனாக மாறுகிறது
ஆனால் எடை 14 அன்று 15

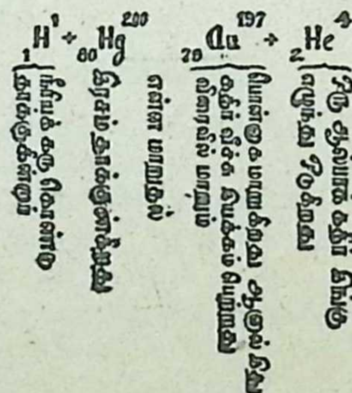
கதிர்வீச்சு இயக்கம் பெற்றதால்
எழுந்த ஆக்சிஜன்
தானாகவே மாறுகிறது

என்ன நிகழக்கண்டோம். கரியணுவைக் கொண்டு காரியத்தைத் தொடங்கினேம். நான்கு நீரியக் கருவை அதன் உள் நுழைத்தோம். அதனை நமது சொற்ருேடரிவ் நேர் இயல் மின்னி கொண்டு தாக்கினேம். முடிவில் வந்தது என்ன? கரி கரியாகவே இருக்கக் காண்கிருேம். உள்ளே புகுத்திய நான்கு நீரியக் கருவும் ஒரு ஹீலியக் கருவாக பின்னர் அமைகிறது. இது ஒரு புதிய சிருஷ்டி அல்லவா?

இரசம் பொன்னுகிறது

இவ்வாறு இரசவாத முறையிலே கரியும் ஆவியும் செய்து என்ன பயன்? பொன் செய்வதன்ருே பழைய இரசவாதிகளின் நோக்கம்? இவ்வாறு பொன் செய்ய முடியுமா என்று நம் மனம் கேட்பது இயல்பு. இந்த மனத் துடிப்புக்கும் விஞ்ஞானிகள் ஓர் ஆறுதல் தரு கின்றனர். ஹார்வார்ட் பல்கலைக் கழகத்தைச் சேர்ந்த

ம் பொன்னே கிறைபெருது
ஓாறிவிடுகிறது.



ஷெர் (*Sherr*) என்பாரும்; பேயின்பிரிட்ஜ் (*Bainbridge*) என்பாரும் இரசத்திலிருந்து பொன் செய்தார்கள். பழைய சித்தர்கள் கனவு நிறைவேறியது. ஆனால் இவர்கள் செய்யும் பொன்னோ நிறைபெறாது மாறி விடுகிறது.

விளையாட்டு வினையாய் முடிந்தது

இரசவாத ஆராய்ச்சியால் பொன் செய்து குவித்தோமா? இல்லை இல்லை. இன்று பொன்னை வாரி இறைத்து, இரசவாத ஆராய்ச்சி செய்து அணுக் குண்டினைக் கண்டோம். இரசவாதம் கற்று இன்பம் பெற்றோமா? உலகமக்களின் வாழ்வை உயர்த்தினோமா? உலகினையே அழிக்க இந்தப் புதிய இரசவாதத்தைப் பயன்படுத்த எண்ணுகிறோம். இதனை எண்ணி எண்ணி உலகம் நடுங்குகிறது. விதியைப் பழிப்பதா? மதியைப் பழிப்பதா? சித்தர் விளையாட்டு எமன் வினையாய் முடியாது இருக்க நாம் இறைவனை வேண்டுவோமாக.

---

31. இந்நாளைய சித்து

காயகற்பமும் காலகாலமும்

பழைய இரசவாதம் செய்த சித்தர்கள் காய கல்பம் செய்து நெடுநாள் வாழ முயன்றார்கள். ஆனால் ஒரு சில போது காயகல்பம் என்று இவர்கள் நினைத்தது கொடிய நஞ்சாகி மக்களைக் கொன்றதுண்டு. புதிய இரசவாதம் செய்கின்ற சித்தர்கள் காயகல்பம் செய்ய ஒன்றும் நினைக்க வில்லை. ஆனால் அணு ஆராய்ச்சி பல புதிய மருந்துகளைத் தந்துள்ளது. இவற்றை எல்லாம் விட இப்பொழுது நம்முன்னே தோன்றுவது காயகல்பம் அன்று; காலகால னும் அணுக்குண்டே ஆகும். இதனையும் இந்நாளைய சித்தர்கள் வேண்டுமென்று விரும்பிக் காண்கிறார்கள். இல்லை. புதிய இரசவாதம் போன போக்கில் போகிறார் கள். போரும் எழுகிறது. போருக்கு வேண்டிய அணுக் குண்டும் எழுகிறது.

அணிமாசித்தி

எங்கிருந்து இந்த அணுக்குண்டு வழி தோன்றுகிறது கருவினைத் தாக்கிச் சிதைக்கப் பலபல எந்திரங்களையும் படைத்து வந்த முயற்சிகளையும் கண்டோம். இத்தகைய கருவிகள் ஒன்றுமின்றி இயற்கையே அணுக் கருவினைச் சிதைத்து நிற்கின்ற காட்சியும் உண்டு. ரேடியம் முதலிய வற்றிலிருந்தும் ஆல்பாக்கதிர்கள் முதலியன எழுந்துபோக முடிவில் ஈயமாகமாறி நிற்கின்றதன்றோ? இது இயற்கைச் சித்து. மற்றொன்றும் உண்டு. கருவிலே நெருக்கடி

பிகுதியினுல் என்றேனும் ஒரு நாள் திடீரென அது வெடிக்கின்ற அணுக் கோலிவிளையாட்டினையும் காண்கிறேம். இந்த அணு உலக உளவை அறிந்த பொழுது தான் அணுக்குண்டின் மாப்பெருவழி தோன்றுகிறது. இந்த வழிகோலிய பெருமை பெர்மி (*Fermi*) என்பாரைச் சேரும். அணுக்கோட்டையின் உளவு அறிகிற வேவுகாரர் இவரே எனலாம். அணுவுக்கணுவாய் அணுவின் உளவை அறிதவதல்லவா அணிமாசித்தி. இந்தச் சித்து வல்லவரே பெர்மிச்சித்தர்.

பெர்மிச்சித்தர்

உலகினை அழிக்க எண்ணிய முசலோனி (*Mussolini*) பிறந்த இத்தாலி (*Italy*) நாட்டிலேயே அந்த முசலோனிக் கூட்டத்தாரை அழித்து உலகினைக் காக்கப் பிறக்கின்றுர் அந்தப் பெர்மிச்சித்தர். பொதுஇயல் மின்னிகொண்டு கருவினைத் தாக்குவதே சிறந்த முறை என்ற உளவினை முதல்முதல் கண்டறிகிறவர் இவர்தான். ஒன்று முதல் 92 வரை எண்ணி அணுக்களை வரிசைப் படுத்தினதை அறிவோம். இந்த 92 வகைக்குமேல் ஏன் அணுக்கள் அமையவில்லை என்ற கேள்வி பிறக்கிறது இவருடைய மூளையில். பொது இயல் மின்னி ஒன்றனை இவர் யுரேனியத்திற்குள் நுழைக்கின்றுர். இவ்வாறு தொடர்ந்து ஆராய்ச்சி செய்து கொண்டே போகிறுர், புதிய பொருள்களை விளைவிக்கும் சித்து விளையாடுகின்றுர்; 93 முதல் 96 வரை பொருள்கள் எழுகின்றன. மெண்டலீப் மடக்கு நிலை வரிசையில் நாம் எதிர்பார்க்கக்கூடிய இயல்புகளோடேயே இந்தப் புதுப் பொருள்கள் இயங்குகின்றன. இந்த உண்மையக்கண்டதற்காக இவர் நோபல் பரிசு பெறுகின்றுர். உலகப்போர் மூள்வதற்குமுன் 1938-ல் இந்தப் பரிசினைப்பெற ஸ்டாக் ஹோமுக் (*Stockholm*) குப்

போகின்ருர். இத்தாலியில் முசலோனிப்பேய் தலை விரித்து ஆடுகிறது. அங்குத் திரும்ப இவருக்கு மனம் இல்லை. விடுதலை வளரும் அமெரிக்காவை நோக்குகிருர். அந்த நாட்டுக் கொலம்பியா பல்கலைக்கழகத்தில் இவர் சரண்புகுகின்ருர். அணுக்குண்டு ஆராய்ச்சி அமெரிக்காவில் சிறந்து ஓங்குகிறது. அணுக்குண்டும் பிறந்து வெடிக்கிறது.

யுரேனியச்சித்து

92-க்கு மேலும் பல அணுக்கள் அமையக்கூடும் என்று இவருக்கு முன்னரும் விஞ்ஞானிகள் அறிந்து இருந்தனர். ஆனுல் அவற்றின் அணுக்கட்டு, கூடையில் மிக உயரம் அடுக்கிய பழங்களைப் போலச் சிதையும் எனக் கருதினுர்கள். ஆதலினுல் இவர் 92-க்கு மேலும் பல அணுக்களைக் கண்டதாகக் கூறியபோது விஞ்ஞான உலகம் அதனை உடனே நம்பிவிடவில்லை. ஐயத்தில் தயங்கி நிற்கின்றது. உண்மைகாணப் பலரும் ஆராயத் தொடங்குகிருர்கள். க்யூரி (*Mm Curie*) அம்மையாரின் புதல்வியாம் ஐரீன் க்யூரியும் (*Irene Curic*) ஆராய்கின்ருர். புத்தம் புது அணுக்கள் பல காண்கின்ருர். ஆனுல் உண்மை இவர்கைவிட்டு நழுவிப்போகிறது. இந்த அம்மையார் தொடர்ந்து ஆராய்ந்து இருந்தால் யுரேனியப் பிளவினையும் கண்டு இருப்பார். யுரேனியச்சித்தும் விளையாடி இருந்திருப்பார். ஆனுல் அந்தப்பெருமை ஜெர்மனி நாட்டிற்கு வரவேண்டுமென்று இருக்கிறது. அந்த நாட்டிற்கு வாங்கிக் கொடுக்கின்றவர் ஹான் (*Hahn*) என்பவரே. இவரும் யுரேனியத்தைத் தாக்குகின்ருர். இதில் ஒன்றும் புதுமை இல்லை. இவர் அங்குக் காண்கின்ற காட்சியே புதிய காட்சி. இவ்வாறு தாக்குகின்றபோது ஒன்று முடிவாக நிற்கின்றது. அதனை ரேடியத்தின்

ஓரிடத்தான் (*Isotope*) எனப் பிறர் எல்லாரும் கண்டு வந்தனர். இவருக்கு அது அவ்வாறு தோன்றவில்லை; பேரியமாகவே காட்சி அளிக்கின்றது. இதுவே இவருடைய பெருமை. இதிலிருந்து இவருடைய வேதிநூல் புலமை யின் ஆழத்தை அறியலாம்.

அதன் கையால் அதன் கண்ணைக் குத்தல்

இவ்வாறு இவர்கண்டதும் அறியாமை இருட்டில் விஞ்ஞானப் பேரொளி வளர்ந்து ஓங்குகிறது. ஒரு புது வழியை இவர் காண்கின்றார். யுரேனியம் 92-வது பொருள். பேரியம் 56 வது பொருள். ஏறக்குறைய அதில் பாதி என்று சொல்லி விடலாம். இது எவ்வாறு பிறக்கிறது? பொது இயல் மின்னி உள்நுழைந்ததும் யுரேனியம் பக்கு விடுகிறது (*Fission*) இரண்டாய் பிளக்கிறது; பிரிகிறது. இதில் என்ன பேரொளி? இந்தப் பிளவு பொது இயல் மின்னி விளைவிக்கின்ற பிளவு அன்று. இதுதான் இங்கு எழுகின்ற புத்தொளி. யுரேனியக்கரு, நிறைய அடுக்கிய பழக்கூடைபோல ஆட்டங் கொடுத்து நிற்கிற நிலை யில் விளங்குகிறது. வெடிபோடும் குழாயில் வெடி மருந்தினைத் திணித்து வைக்கின்றோம். தீ வைத்தவுடன் அது வெடிக்கிறது. பற்றவைத்த திரியா நிலை இதற்குக் காரணம்? இல்லை! மருந்தினைத் திணித்துவைத்த நிலைதான் இந்த வெடிக்குக் காரணம். யுரேனியமும் அத்தகையதே. வெடிபொருள் போலச் சூடுடையது அது. உயர்நிலை மின்னோட்டம்பெற்றது. அதன்கையாலே அதன் கண்ணைக் குத்துகின்ற கதை இதுதான்.

ஓர் அழகிய உவமை

யுரேனியத்தின் நிலைமையை நீல்ஸ்போர் (*Neils Bohr*) என்ற அறிஞர் விளக்க வருகின்றார். ஓர் அழகிய உவமை கூறுகின்றார். ஒரு நீர்த்துளி – அதனுள்ளே மின்

னூட்டம் மிக்கு வருகிறது. அந்த மின்னூட்டத் தாக்குத லால் அதன் வடிவம் சிதையவேண்டும். ஆனால் சிதைவ தில்லை. மேற்பரப்பின் பிகுவினால் (*Surface Tension*) அவ்வாறு சிதறாது கிடக்கின்றது. ஆனால் ஆற்றல் அல்லது மின்னூட்டம் அளவுக்குமேல் மிக்கதும் நீர்த்துளி சிதறுண்டுதான் போகின்றது. அதுபோல யுரேனியமும் பிகுவிற்கு நிற்கின்றது; பொது இயல் மின்னி உட்புகுந்த அசைவினாலேயே வெடி வெடிப்பது போல் யுரேனியம் பக்குவிடுகிறது.

இயக்கச் சங்கிலி

யுரேனியத்தின் அணு எண் 92; அதன் அணு எடை 238. ஆனால் அது சராசரி எடை தான். எனவே, 238 எடையுள்ள யுரேனியமும் உண்டு. 235 எடையுள்ள யுரேனியமும் உண்டு. 238 (யு) பொது இயல் மின்னிகளை சிறைப்படுத்தும். 235 (யு) ஓ பொது இயல் மின்னி பட்ட தும் பக்குவிடும் 235 எடை என்றால் என்ன? 92 நேர் இயல் மின்னிகளும் 143 பொது இயல் மின்னிகளும் சேர்ந் தது என்றே பொருள். இந்தக் கரு சிதையும்போது பொது இயல் மின்னிகள் பல வெளிப்படுமன்றோ? வெளிப்படும் போது அருகிலுள்ள 235 (யு) அவைகளைத் தாக்கும்; தாக்குப்பட்டவை பக்கு விடும். 235 (யு) உள்ளவரை இவ்வாறு தொடர்ந்து நிகழ்ந்து கொண்டே இருக்கும். இதனைத்தான் தொடர் நிலை இயக்கம் (*Chain Reaction*) என்று பேசுகிறார்கள். ஆனால் உலகில் 238 (யு) தான் எளிதில் கிடைக்கும். 235 (யு) என்றாலோ அருபொருள். 1000-த்தில் 7 கூறே 235 (யு) ஆகக் கிடைக்கும். இதனைப் பிரித்து எடுப்பது பெருந்தொல்லை.

பிரிப்பதும் படைப்பதும்

பிரிப்பதனைவிடப் படைப்பதே எளிதென்பது விளங்குகிறது. இதுதான் அணுக்குண்டுச் சித்து. இந்த யுரேனியப் படைப்புச் சித்தினைச் சிறிது பார்ப்போம்.

$$ {}_{92}U^{238}_{\left(\frac{146}{92}\right)} + {}_{0}n^{1} \longrightarrow {}_{92}U^{239}_{\left(\frac{147}{92}\right)} $$

238 யுத்தைப் பொது மெல்மின்னியொன்று தாக்கினால்

என்ன ஆகும்

239 (யு) பிறக்கிறது.

23 நிமிஷம் கழித்ததும் கீழ்க்கண்டபடி கெடுகிறது.

$$ {}_{92}U^{239}_{\left(\frac{147}{92}\right)} \longrightarrow {}_{1}e^{-} + {}_{93}Ne^{239}_{\left(\frac{146}{93}\right)} $$

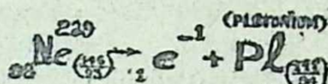
239 யுரேனியத்தில் இருந்து

என்ன ஆகிறது

ஓர் எதிர் மின்னி வெளிவருகிறது

பொது இயல் மின்னியில் இருந்து
ஒரு எதிர் மின்னி போய் விட்டதால்
நேர் மின்னியின் தொகை 93 ஆகிறது
ஒரு புது அணு உண்டாகிறது
இதன் பெயர் நெப்டியூனியம்

இந்தப் புதுப் பொருள் உலகினை விரும்புவதாகக் காணேம். இதுவும் ஓர் எதிர் மின்னியை இழந்து வேறொரு அணு ஆகிறது.



இந்தப் புளூடோனியம் பிறவகை யுரேனியத்தை விடப் பொது இயல் மின்னிகளைப் பற்றிச் சிறை செய்யும் திறம்படைத்தது. அதனுல் தொடர் நிலை இயக்கத்தினை விளைவிப்பதற்கு இது மிக மிக உகந்தது. ஹீரோஷீமாவில் எறிந்த அணுக்குண்டு 235 (யு) கொண்டு செய்தது. மூன்று நாட்களுக்குப் பின் நாகாசகியில் எறிந்தது புளூடோனியம் கொண்டு செய்தது. மூன்று நாளில் என்ன வேற்றுமை! விஞ்ஞானம் விரைந்து முன்னேறும் போக்கின் விளைவு இது.

அன்பின் வெற்றி

இந்த யுரேனியச்சித்தின் நுட்பத்தினை அறிந்த ஜெர்மனி அணுக்குண்டினைக் காணுது போவது இயற்கை

விசித்திரங்களில் ஒன்று. இதிலிருந்து ஓர் படிப்பினையை இயற்கை அன்னை நமக்குக் கற்பிக்கின்றான். ஐன்ஸ்டைன் முதலிய விஞ்ஞானப் பெரியோர்களை வேட்டையாடி ஓட்டி இல்லாமற் போனால் ஜெர்மனியே இந்த அணுக்குண்டினைக் கண்டு பிடித்து இருக்கும். ஜெர்மனியோடு சேர்ந்த இத்தாலியை விட்டுப் பெர்மியும் வெளியேறி இருக்க மாட்டார். இவர்கள் எல்லோரும் அமெரிக்காவில் அன்றோ போய்ச் சேருகின்றனர். அங்குத்தான் உரிமை வளர்கின்ற காட்சி அவர்கள் கண் எதிரே தோன்றுகின்றது. இவர்கள் அனைவரையும் அன்புடன் வரவேற்றுப் புகழ்ந்து பாராட்டிப் போற்றுகிறது. வன்மை இருந்தால் போதுமா? அறிவு இருந்தால் போதுமா? திறமை இருந்தால் போதுமா? இவை எல்லாம் பெற்ற ஜெர்மனி என்ன ஆகிறது? அழிகிறது. ஆதலின் உரிமை வேண்டும். அதனைவிட உள்ளத்தினைக் கவரும் அன்பு வேண்டும். அதனாலேயே வன்மையினையும் படைக்க வல்ல மாப்பேர் அறிஞர்கள் வன்மைக்கும் திறமைக்கும் அடிமை யாகாது உரிமைக்கும் அன்பிற்கும் அடிமையாகி அமெரிக்காவின் அன்புக்காக உலகம் முழுவதற்கும் தொண்டு செய்ய வருகின்றனர். அணுக்குண்டு உருப்பெற்று எழுகின்றது. வெற்றி பிறக்கின்றது.

---

32. காணாதகாட்சி! கேளாதகேள்வி!

மப்பில் வளரும் அழகு

இரசவாத வித்தைக்கே அலைந்து மக்கள் திரிந்த காலம் ஒன்று உண்டு. ஆனால் அங்கு வரும் முடிவான பொருள் பொன் ஒன்றே. இன்றைய இரசவாதச் சித்தினை என்னென்பது: அணுவைக் காணுமாறும், கேட்குமாறும் செய்கின்ற இந்த இந்திரஜால, மகேந்திர ஜாலம்போலத் தெய்வலோகத்திலும் காணமுடியாது எனலாம். இங்கே வில்சன் (*Wilson*) என்ற மாயாவி தோன்றுகின்றார். இவரைப் பிறப்பித்துத்தந்த பெருமை ஸ்காட்லாண்டுக்கே உரியது. அது மப்புச் சூழ்ந்ததோர் நாடு. இவர் இளம் பிராயத்திலிருந்தே இயற்கை அழகினில் ஈடுபட்டவர். வானிலே உள்ள மப்புகளை நோக்கினார் — ஆராய்ந்தார் — அழகிய நிறங்கள் அங்கே தோன்றக்கண்டு ஈடுபட்டார். இவற்றினைச் செயற்கையாகச் செய்து கண்டு களிக்க முடியாதா என அவர் உள்ளம் துடித்தது. கடலருகே நீராவி எழுந்தது கண்டார். அது சுற்றுப்புறக் காற்றில் எல்லாம் கலந்திருக்கும். சூடு நிலைமைக்கு வரும் கோடைக் காலத்தில் காற்றில் நீராவி அதிகம் கோத்துக்கொள்ளும். அப்போது சுடுநிலை பெருவாரியாகத் திடீரெனக் குளிருமானால் நீராவியானது பனித்துளியாக மாறும். புல்லின் மேல் உள்ள பனித்துளியில் வானம் முழுதும் நிழலிட்டு இருப்பதனைக் கண்டு களித்த நாம் இந்தப் பனித்துளியை

மறக்க முடியுமா? இத்தகைய பனித்துளியைச் செயற்கையால் வருவிப்பது எப்படி என்று இயற்கையின் மறைபொருளை அறிய அவாவினர். அணுக்கள் நெருங்கி மோதிக்கொள்வதே சூடாகும். இத்தகைய நெருக்கடி நீங்கி, நீராவி புழங்கப் பெரிதும் இடம்பெற்ருல், சூடுநிலை மாறிக் குளிர் நிலை எழும் அன்ருே? இவ்வாறு எவ்வளவு இடம் அகன்று வந்தால் பனித்துளி எழும் என்பதனைப் பரவு விதக் கணக்கினைக் கொண்டு கண்டுள்ளார். 10-கட்டி சென்டிமீடர் (C. C.) இருந்த இடம் 20-கட்டி சென்டிமீடர் ஆனல் பரவுவிதம் இரண்டாயிற்று. பரவு விதம் 1·25 வரையிலும், பனியாதலே இல்லை என்று கண்டார். பரவு விதம் 1·38-க்குமேல் போனல் மூடுபனியும், மப்பும், மந்தாரமுமே போடுமன்றிப் பனியாகத் துளித்தலில்லை. அதனுல்தான் பனிக்காலம் என்று கூறும்போதும் சில நாட்களில் பனியை நாம் காண்பதில்லை. மூடுபனி நகரங்களில் மிக்கு விளங்கும். அங்கு எழும் தூசு தும்புகளைப் பற்றிக்கொண்டு நீர்த்துளிகள் திரண்டு பரவும். ஆதலின், துளி திரளத் தூசுபோன்றதொரு பற்றுக்கோடு அதன் கருவாக அமைதல் வேண்டும். மூடுபனி அழுக்கு மயமானது. பனியோ தெள்ளியது. இது எதனைச்சுற்றித் திரளுகிறது? சாதாரணமாகக் குளிரும்போது பனித்திரள்கள் திரளும் எண்ணிக்கையைவிட அந்தக் காற்றினிடையே புதிர்க் கதிர் பாய்ச்சியபோது துளிகளின் எண்ணிக்கை மிக்கு வந்தது. ஏன்? காற்றிலுள்ள அணுக்கள் செல்லிகள் (Ions) ஆகும் எனக் கண்டோம். இந்தச் செல்லிகள் தெள்ளிய பனித்துளிகள் திரளுவதற்குப் பற்றுக்கோடாய் அமைகின்றன. எங்கும் பனித்துளி எழுவது இங்ஙனமே என வில்சன் உணர்ந்தார்.

குமிழிக்குள் மேகம்

1912-ல் வில்சன் மேக அறை (*Cloud Chamber*) என்னும் ஒரு புதிய கருவியை இந்த ஆராய்ச்சியின்பயனாக அமைத்திருக்கின்றார். இதுதான் நாம் கூறிய மகேந்திர ஜாலத்தினைச் செய்வது. ஒரு உள்வீடு இல்லாத பெரிய உருட்டுக்குழை—அதற்குள்ளே ஊடு இயங்கியின் (*Piston*) மேல் தட்டு — அதனை அடைத்துக்கொண்டு இருக்கிறது. இதன்மேல் தான் நீர்த்துளிகளை எழுப்பி ஒளியில் படம் எடுக்கவேண்டும். ஒளியான நீர்த்துளி நன்கு படத்தில் விழுவதற்காக இந்தத் தட்டின் மேல்புறம் கருப்புநிறம் பூசப்பட்டு இருக்கிறது. இந்தத் தட்டின்கீழ் உள்ள காற்றைத் திடீர் என எடுக்கலாம். கீழே இருக்கிற குழையின் மூடியைத் திறந்ததும் அந்தக் காற்று கீழ் இறங்கும்; கீழே காற்று இல்லாத வட்டக் குமிழில் புகும்; அதனால், தாங்குங் காற்று அற்றதும் இந்தத் தட்டு வானகத்தே செத்த குருவிபோலக் கீழே விழும், இப்போது உருட்டுக் குழையிலுள்ள ஆவிக்குப் புழங்க முன்னினும் இடம் மிகுகிறது. ஆவி உடனே பரவுகிறது. பனித்துளி திரளு தற்கு ஏற்ற பரவுவீத நிலை இங்கு உண்டு. ஆவி குளிர் கிறது. பனித்துளியும் எழுகிறது. உடனே ஆல்பாக் கதிர்கள் உள்ளேபாய ஏற்பாடு உண்டு. அப்போது அந்தக் கதிரைச்சுற்றி எழுகின்ற செல்லிகளைப் பற்றிக்கொண்டு நீர்த்துளிகள் எழும். இந்த நீர்த்துளிகள் நன்கு விளக்கு வதற்காக ஒலி பாய்ச்சப்படும். நீர்த்துளிகள் திரளும் இடமே ஆல்பாக் கதிர்கள் செல்லும் வழி. இவை மேலே அமைக்கப்பட்டு இருக்கும் புகைப்படத்தில்விழும், இரண்டு புகைப்படம் பிடித்துக் கனவுருவைக் காட்டவும் (*Sterioscopic Vision*) செய்யலாம். அங்கே மின் மண்டலம் இருப்பதால் எதிர் மின்னூட்டம்பெற்ற செல்லித்துளிகள்

மேலே எழும். நேர் மின் ஊட்டம்பெற்றவை கீழே இறங்கும். எனவே படத்தினைப் பார்த்தே இவற்றின் மின் ஊட்ட த்தையும் கூறிவிடலாம். ஆல்பாக் கதிர் கனமுள்ள நேர்க்கோடாகத் தெரியும்; நேரியல் மின்னி மயிரிழைபோலக் துளிகள் விட்டு விட்டு இருக்கக் காணலாம். நைட்ரஜன் ஆக்சிஜன் ஆகமாறியதை இத்தகைய படத்தில்காணலாம். இந்தப் படத்தில் நைட்ரஜன் கோடு, கவடுபோல் பிரிகிறது; மெல்லியது பிரிந்த நீரியக்கரு, அழுத்தமாகத் தெரிவது நைட்ரஜனும் ஹீலியமும் சேர்ந்து எழுந்த ஆக்சிஜனும். இத்தகைய படத்திலிருந்துதான் 1931-ஆம் ஆண்டில் எதிர் இயல் மின்னி போன்றும் இழை போன்றும் இருக்கின்ற கோட்டினைக் கண்டார்கள். ஆனால் அது நேர் மின் ஊட்டம் பெற்றதாகக் கீழே இறங்கித் தோன்றியது. இதனால் எதிர் மின்னி போல் எடையுள்ளதாயும் ஆனால் அதற்கு மாறாக நேர் மின் ஊட்டம் பெற்றதாயும் விளங்குகிற மின்னி ஒன்று உண்டு என விளங்கியது. இதுவே நேர் மின்னியாம் (*Positron*). இவ்வாறே சில ஆண்டுகளுக்கு முன்னே (இடை மின்னிகள்). எதிரியல் மின்னிகள் (*Mesons*) தோன்றின. நேர் இயல் மின்னி நேர் மின்னூட்டம் பெற்றது. இதுவோ எதிர் மின்னூட்டம் பெற்றது. ஆனால் அவ்வளவு கன முள்ளது அன்று. கீழ்நாட்டு ஜப்பானியர் இதனைக் கண்டார். இவ்வாறு எத்தனையோ உண்மைகள் இதன் வழியாக வெளி வந்து உள்ளன.

காணுதன எல்லாம் காட்டுகிறது

வெறும் எண்களை எழுதி அறிஞர்கள் உறுதியோடு காட்டினாலும் அது நம்முடைய மனத்தில் பதிவதில்லை. கண்ணால் கண்டது என்றென்றும் மறவாதபடி பசுமரத்தாணிபோல் பதிகின்றது. கண்ணாற் காணாததனை

ஊகமென்றே கருதுகின்ற மனப்போக்கும் நமக்கு உண்டு. அணுவின் பலவகைத் திறங்களையும் இந்த மேக அறைக்குள்ளே (*Wilsons Cloud Chamber*) கண்டபின் யார்தான் இந்நாளைய விஞ்ஞானிகளை வியவாது இருப்பார்? என்றென்றும் காண முடியாத பொருள் சென்ற வழியைக் காண்கின்றோம். அந்த வழியே அந்த அணுவின் கதையை எல்லாம் தெள்ளத் தெளியப் படித்துக்காட்டுகிற நுட்பத்தைக் காண்கின்றோம். காண்பதே அருமை; அதிலும் அதன் ஓட்டத்தையும் காண்பது அருமையினும் அருமை அன்றோ? கீழே விழுந்து கிடக்கும் குண்டைக்காணலாம்; விரைவாக ஓடும் குண்டைக் கண்ணுல் காணமுடியுமா? 10.000-மைல் வேகத்தில் ஓடும் அணுவினைக் காண்பதென்ருல் அது ஒரு கடவுட்காட்சி அன்றோ?

அணுவினை எண்ணிக் காட்டும் எந்திரம்

அணுவினைக் காண்பதோடு கேட்பதனையும் இன்று செய்கின்றோம். ஆல்பாக் கதிர்கள் பாய்வதனை எண்ணவும் அதன் ஆற்றலை அளக்கவும் முயன்ற முயற்சியால் இந்தச் சித்து எழுந்தது. ஜின்க் சல்பைட் பூசிய திரைமீது ஆல்பாக் கதிர்கள் மின் பொலியாக விழுவதனை எண்ணலாம் எனப்பல படத்தில் காட்டினேம். இப்படி எண்ணியே நிமிஷத்திற்கு எத்தனை வெளி வருகின்றன எனக் கூறலாம், ஆனல் ஒரு சில ஆல்பாக் கதிர்கள் திரைமேல் மின்னிப் பொலியாமலே போகலாம் என்ற ஐயம் ருத்தர் போர்ட்டுக்குப் பிறந்தது. செல்லி அறை (*Ionisation chamber*) கொண்டு இந்தக் கதிர் வீச்சு இயக்கத்தினை அளக்கலாம். சுற்றுப்புறத்திலுள்ள அணுக்களை இந்தக் கதிர்கன் செல்லும் போது செல்வி ஆக்கும் எனக்கண் கண்டோம். பாக்கரல் (*Becquerel*) என்பார் மின்காட்டி

(*Electroscope*) கொண்டு ஆராய்ந்தார் அன்றோ? மின் காட்டிகொண்டும் செல்வி ஆக்கத்தினை அளக்கலாம். பொன் இதழுக்குப் பதிலாகக் க்வார்ட்ச் (*Quartz*) நாரினைப் பயன்படுத்துகின்றனர். இது மின் எதிரே விங்கும்; சுருங்கும். இந்த நுட்பமாற்றத்தினைப் பெருக் காடி வழியே கொண்டு புகைப்படம் பிடிக்கலாம். வானொலி வந்தபின் இந்தமாற்றங்களை அதிர்ச்சியாக மிகப் பெரிய அளவில் பெருக்கி எந்திரங்கொண்டு அலைபோல எழுதிக் காட்டுமாறு செய்யலாம். இந்த அலைக்கோடு களின் முடியே, ஆல்பாக் கதிர் வழியே எழுதுகின்ற செல்வி யாக்கத்து மின் ஓட்டத்தின் அளவாம்.

கேளாதன எல்லாம் கேட்கின்றோம்

செல்வி அறை என்பது 'ஒரு மூடிய குழை. அதனுள் மின்முனைத்தட்டு இரண்டு இருக்கும். ஆல்பாக் கதிர் பாய்ந்ததும் உள்ளே உலர்ந்த காற்று இருப்பதால் செல்வி யாக்கம் எழும், எதிர்மின் ஊட்டம் பெற்றவை நேர்மின் தகட்டிலும், நேர்மின் ஊட்டம் பெற்றவை எதிர்மின் தகட்டிலும் போய்ச் சேரும். இவ்வாறு செறிந்த பின் இந்த மின் ஊட்டத்தினை அளக்கலாம். இந்த மின் தகட் டின் இடையேயுள்ள மின்மட்ட வேற்றுமையைப் பொறி பரந்து மின்சாரம் பாய்வதற்கு ஒரு சிறிது குறைந்த அளவு வரை மிகுதிப் படுத்துகின்றனர். இங்குச் செல்வி யாக்கம் பழமைபோல் தான் எழும் ஆனல் உரம் பெற்ற மின் மண்டலத்தின் இடையே செல்விகள் மின் தகடுகளை நோக்கி மிக விரைவாக ஓடும். அதனுல் ஒன்றோடொன்று உராய்ந்து மேலும் செல்வியாகும். திணித்து வெடிகுழை போல இருக்கும். இந்த மின்தகடுகளின் இடைவெளியில் சிறிது மின் ஊட்டம் மிகுதி ஆனலும், வெடிகுழையில்

திரிவைத்தால் வெடிப்பது போல மின்சாரம் பாயும். இப்படிப் பாய்வதால் மின் மட்டத்தில் ஒல்ட்ஸ் (*Voltage*) மாற்றம் ஏற்படும். இதனைக் கருவிகள் காட்டும் ஆல்பாக் கதிரால் ஒவ்வொரு முறையும் மின்சாரம் பாயும்போது அவ்வப்போதே எத்தனை என்று எந்திரம் காட்டும். அதற்குத்தக்க அமைப்புகள் அதிலேயே உண்டு. முதலில் நிமிஷத்திற்கு 3, 4, ஆல்பாக் கதிர்களே எண்ணினர். ஒரு கிராமில் 35,000,000,000 ஆல்பாக் கதிர்கள் எழுகின்றனவாம். மின் தகடுகளுக்குப் பதிலாக செப்புக்குழையும் கம்பியும் அமைக்கின்றார்கள். தொலைபேசியில் (*Telephone*) எத்தனைமுறை பேசினோம் என்பதனை எந்திரமே இப்போது கணக்கிடுவதுபோல இக்கருவியிலும் ஆல்பாக் கதிரை எந்திரமே எண்ணிக் காட்டுகிறது. நிமிஷத்திற்கு 10,000 வரை இவ்வாறு எண்ணிக்காட்டக் கூடிய எந்திரமும் இன்று உண்டு. ஆல்பாக் கதிர்கள் பாயும்போது மின்னூட்டம் ஓங்கியும், பின்னர்த் தாழ்ந்தும் வருகின்ற துடிப்பினை ஒலிபெருக்கியில் பெருக்கினால் கிலிக், கிலிக் என்ற ஒலியோடு ஆல்பாக் கதிர் போவதனைக் கேட்கலாம். நம்முடைய ஊனக் கண்களால் காணக் கூடாத பொருள்களும், செவிகளால் கேட்க முடியாத ஒலிகளும் இக்காலத்தில் விஞ்ஞானிகளின் உழைப்பால் மக்கள் கண்ணாரக் கண்டு, காதாரக் கேட்டுக் களிக்கும்பொருள்களாய் மாறியதே வியப்பினும் வியப்பு. செயற்கைக் கதிர் வீச்சுப் பொருள்கள் கொண்டு மருத்துவம் செய்யும்போது இவ்வாறு அளந்து அறிவது இன்றியமையாததாம் எனக் கண்டோமன்றோ? "கைகர் எண்ணி" (*Geiger Counter*) என நன்றி மறவாது இக்கருவிக்குப் பெயரிட்டு அழைக்கின்றோம்.

---

33. பாற்கடலா பனிமலையா?

முகலிங்கேசர் முனியனுன கதை

இதுவரையிலும் அணுவானது தெய்வீகமாக விளங்கி வருகிறது. வேதிக் கோயிலின் கருப்பக்கிருகத்தில் பக்தி இருளில் முகலிங்கேசராக அணுவே வீற்றிருக்கின்றது. ஆனல் என்ன மாற்றம்! இந்த மூடு மந்திரம் எல்லாம் பட்டப்பகல் வெட்ட வெளிச்சமாகிறதே! சிறையாளிகளை எண்ணிட்டுக் கூப்பிடுவதுபோல அணுவையும் சிறையில் வைத்து எண்ணி 1, 2, 3 என்று எண்ணிட்டே அழைத்துத் தீர்த்து விடுகின்ருேம். "அழியாதது, பிரியாதது என்றும் உளதாவது" என்று பாடிய புகழ் எல்லாம் பொய்யாய்க் கனவாய்ப் பழங்கதையாய் ஒழிகின்றது. கதிர்வீச்சுப் பொருள்கள் தாமாகத் தூக்கிட்டுக் கொண்டு செத்துச் சிதைகின்றன. பிற பொருள்களின் அணுக்களையோ மண்ணுங்கட்டியைப் பிள்ளைகள் உடைத்து எறிவதுபோல நாமாக நொறுக்கிச் சிதைக்கின்ருேம். ஆடம் (Atom) என்பதில் ஆகாரம் பிரிக்கும் நிலையை மறுக்கும் எதிர் மறைப் பொருளை இதுவரையில் காட்டி வந்தது. ஆனல் இன்று இதனைப் பிறர் பிரித்துப் பிய்க்கவும், தானே கரைந்து சாவவும் கண்டபின்னர் இதனைப் பிரியாதது என்று எவ்வாறு சொல்ல முடியும்? ஆதலின் எதிர் மறைப் பொருளில் ஆ என்று வாயைத் திறக்கவே வகை இல்லை. டம், டம் என்றே இதனை வழங்கவேண்டும். வால் அறுபட்ட குரங்கின் கதைதான் இது. இங்கு ஒரு

வேடிக்கையும் உண்டு. "*Tom*" என்ருல் ஆங்கிலத்தில் படை வீரர்களைக் கேலி செய்யும் சிங்காரப் பெயர். எல்லாம் வல்ல அணுக் கடவுள் இப்படிக் கேலிக்கூத்தாக மாறும்போது சிரிப்பே வருகிறது.

நாட்டுக்கேற்ற பேச்சு

ஆனல் அணுக்குண்டினைக் கண்டு சிரிக்க முடியுமா? அதை மறக்கத்தான் முடியுமா? நினைக்கும்போதன்ரே அணு ஆராய்ச்சியின் பெருமை எல்லாம் திரண்டெழுந்து வயிறுகுழும்பக் காட்சி அளிக்கின்றது. அந்த ஆராய்ச்சியிலும் ஒரு சுவை உண்டு. விஞ்ஞானம் என்ருல் எல்லோரும் ஒருமுகமாகக் காண்பது என்று நினைக்கின்ரேம். கடவுட் காட்சி மதத்துக்கு மதம் மாறுபடுவதுபோல அணுக்காட்சியும் ஆராய்கின்ற மக்களின் நாட்டுக்கு ஏற்ப வேறுபடுகின்றது. இதுதான் இங்குள்ள சுவை. ஆங்கில நாட்டாரும் அமெரிக்க நாட்டாரும் கோலியும் பந்தும் ஆடுகிற வழக்கத்தால் அணுக்களைக் கோலிபோலவும் பந்துபோலவும் பேசி கின்ற பேச்சு ஒரு புறம் கேட்கின்றது. ஜெர்மன் நாட்டாரோ தங்கள் தத்துவ ஆராய்ச்சிக்கு ஏற்ப ஜடமல்லாத நிலையைப் பற்றியும் எல்லையில்லாத அலைகளைப்பற்றியும் பேசுகின்ற பேச்சு மற்ருெருபுறம்; அவர்கள் பேசும் அணு உலகில் நாமும் சிறிது புகுந்து பழகிக் கொள்ளுதல் வேண்டும்.

நாதமுடி மேலிருக்கும் வெண்ணிலா

1900-ஆம் ஆண்டில் ப்ளாங்க் (*Planck*) என்பவர் "ஆற்றல்" அணு அணுவாகப் பாய்கிறது என்று நிலை நாட்டுகிருர். இது தான் விந்து வாதக் கொள்கை. (*Quantum Theory*) "நாத விந்து காலாதி நமோ" - என்ற

திருப்புகழின் பொருளை ஒருவாறு உணரச் செய்கின்றார். ஐந்து ஆண்டுகளுக்குப் பின்னர் ஆற்றலில் மட்டுமா, ஒளியிலும் அணுவே காட்சி அளிக்கின்றது. ஒளியிலும் அணுப் பேச்சுப் பேசி ஒளி அணுவை ஐன்ஸ்டீன் நிலை நாட்டுகின்றார். வெறும் பேச்சா இது? ஜடமும் ஆற்றலும் வேறு அல்ல என்ற ஒரு புதுக்காட்சியைக் காண்கிறார். ஒன்று ஒன்றாக மாறும் என்று உபதேசம் செய்கிறார். இது ஏட்டுச் சுரைக்காய் அன்று; மிக மிக விரும்பி உண்ணும் கூட்டுச் சுரைக்காய்தான். ஆற்றல், $E=mc^2$ என்ற கணக்குப்படி மாறும் என்று திட்டவட்டமாக இந்தச் சுரைக்காயைக் கறி சமைக்கும் வகையையும் கூறுகிறார். அணுவாராய்ச்சி அத்தனையும், இந்த அடிப் படையின் மேல்தான் எழுகின்றது.

சீன அடுக்கு

அணுவே சூரிய குடும்பம் என்கின்ற உவமைப்பேச்சும் கேட்கின்றது. வான் டர் ப்ரோக் (*Van der Brock*) என்ற ஆசிரியர் அணு எண் என்கிற கருத்தை விளக்குகிறார். கருவில் உள்ள நேர் மின் ஊட்டத்தின் எண்ணிக்கையே அணு எண். அதனைச் சரி செய்ய அத்தனை எதிர் மின்கள் கருவினைச் சுற்றி வருகின்றன. இதுதான் அவருடைய பேச்சு. கருவின் நிலை இவ்வாறு விளங்கியதும் கருவினைச் சுற்றி எதிர் மின்னிகள் எவ்வாறு வீற்றிருக்கின்றன என்ற கேள்வி பிறக்கின்றது. எதிர் மின்னிகள் கருவினைச் சுற்றிப் பலபல வட்டங்களில் சுழல்கின்றன. புற நிலையைக் கண்டால் அங்கு எட்டு எதிர் மின்னிகளே இருக்கின்றன. அவை ஒரு சில போது எட்டு என நிறைந்தும் ஒரு சில போது 1, 2, 3, 4, 5, 6 7 எனக் குறைந்தும் சுழல்கின்றன. இந்த வட்டங்களை மண்ட

லங்கள் என்று பேசலாம். சீனமக்கள் ஒன்றிற்குள் ஒன்ருகப் பலவற்றை அடைத்து வைக்கும் அடுக்குப் பெட்டிகளை உலகம் அறியும். இந்த மண்டலங்களும் ஒன்றிற்குள் ஒன்று அடங்கிச் சீன அடுக்குப் பெட்டிகள் போல விளங்குகின்றன என்று லாங்மியூர் (*Longmuir*) கூறுகின்ருர். இப்படியே படமெழுதியும் காட்டுகின்ருர். அணுமுகம் முதலிய வேதிப்பண்புகள் புறமண்டலத்தின் நிலைக்கு ஏற்ப விளங்கு கின்றதனையும் தெளிவுறுத்து கின்ருர். நாமும் அணுப் பெட்டி என்று பேசி வர இல்லையா?

மண்டலத்தை ஆளும் மண்டலிகர்

பெட்டியின் முனைகளில் எதிர் மின்னிகளைக் காண் கிருேம். பெட்டியின் முனைபோல இந்த எதிர் மின்னி கள் அசையாமல் இருக்கக் காணேம். சுழன்றுகொண்டே இருக்கின்றன என்று ருத்தர்போர்ட் கூறவில்லையா? அவ் வாறு சுழன்றுகொண்டே இருந்தால் கருவின் உள்ளே போய் விழுந்து விட மாட்டாவா என்ற ஐயம் எழுகிறது. பல பல ஆவிகளது நிறமாலைப் புகைப் படங்களை அறிஞர்கள் பல ஆண்டுகளாகப் பிடித்து வைத்திருந்த காட்சிகளும் தோன்றுகின்றன. மடக்கு நிலை வரிசையும் காட்சி அளிக்கின்றது. இவற்றை எல்லாம் ஒன்ருக வைத்துப் பார்க்கின்ருர் நீல்ஸ் போர் (*Neils Bohr*) என்ற ஆசிரியர். அங்கு ஒரு விளக்கம் காண்கிருர். எதிர் மின்னிகள் பல பல மண்டலங்களில் சுழலுவதைப் பார்க் கிருர். அந்தந்த மண்டலங்களில் விளக்கும் ஆற்றல் எவ்வளவு? சுழலும் எதிர் மின்னிகள் எத்தனை? இவை எல்லாம் தெள்ளத் தெளிய விளங்கிவிடுகின்றன; இவர் டென்மார்க்கில் பிறந்தவர்; சிறந்த கணக்கறிஞர். ருத்தர்

போர்ட் என்பாரது புகழினைக் கேட்டு அவர் மாணவ ராக ஆராய்ச்சி செய்ய வந்து இந்தக் கொள்கைகளை வெளியிடுகின்றார். அணுக்குண்டு ஆராய்ச்சிக் கூட்டத் திலும் உழைத்து உருக்கொடுக்கின்ற பெரியார் இவர்.

மண்டலம் அலையாகின்றது

காலம் ஓடுகிறது. லூயிடிப்ரோக்லி (*Louis De Broglie*) என்பார் ஐன்ஸ்டீன் கொள்கைப்படி அணுவின் அமைப்பு எவ்வாறு இருக்கும் என எண்ணத் தொடங்குகிறார். வட்ட வெளியில் எதிர் மின்னி சுழலுகின்றபோது படகின் பின்னே அலை எழுந்து வருவதுபோல அலைகள் திரண்டு எழுந்துவருகின்ற காட்சியைக் கணக்கிட்டுக் காட்டுகின் றார். குதிரைமீது வரப்போகும் கல்கிப் பெருமாளைப் போல எதிர்மின்னியானது அலை முகத்தே ஏறி வருகிறது. அலை என்றால் எதன் அலை என்று கேட்கின்றான் பையன்? இது என்ன கேள்வி என்கின்றார் பெரியவர். ஒளி அலை என்பதுதான் எதன் அலை என்று எதிர்கேள்வியும் கேட்டு முடிக்கின்றார். அலை என்ற வினைச் சொல்லின் அடியாகப் பிறந்த பெயர்ச் சொல்லே அலை என்பதாகும், இவ்வாறு கெல்வின் பெருமானார் (*Lord Kelvin*) கூறி முடிக் கின்றார். ஏதேனும் ஒரு வினைச் சொல்லை அறிந்ததும் உடனே அந்த வினையைச் செய்வோன் ஒருவனைப் பற்றிக் கனாக்காண்பது மக்கள் இயல்பாகிவிட்டது. இது ஒரு மூட நம்பிக்கை என்பார் அறிஞர். வினையானது ஒரு நிகழ்ச்சியைக் குறிக்கின்றது. அவ்வளவே நமக்கு வேண்டு வது அதற்கு அப்பாலும் போவது தத்துவ ஆராய்ச்சியே அன்றி விஞ்ஞான ஆராய்ச்சி அன்றாம்.

அலை அலைகிறது

அலைகள் எழுகின்றன. ஈதே நிகழ்ச்சி, எதிர் மின்னியின் பின்னே இவை எழுந்து சிறிது அளவு சென்ற பின் மறைந்து ஒழிகின்றன. எதிர் மின்னிகள் மிக விரைவாகச் சுழல்கின்றன. இவை செல்லும் வழிதான் எது? எது மிகமிகச் சிறிய வழியோ அதுவே அதன் வழியாகும். இதுவே அதன் வட்ட மண்டலமாம். இந்த வட்ட மண்டலத்துக்குள்ளேயே அலை வரிசை முழுவதும் ஏறவும் செய்யாது, குறையவும் செய்யாது. சரியாக அமைந்து அடங்க வேண்டும். அப்படி என்றால் என்ன? இந்த அலைகள் ஒன்றை ஒன்று அழிக்காது ஒத்து நின்று அமைய வேண்டும். அடிமேல் முடியும் முடிமேல் அடியும் வந்தால் இவை அழியும். ஆதலின் அவ்வாறு வருதல் ஆகாது. அலைகள் பின்னமாகவும் வருதல் ஆகாது. வட்ட வழிக்குச் சிறிது குறைந்தும் இருத்தல் ஆகாது. சிறிது மிக்கும் இருத்தல் ஆகாது. இப்படி எல்லாம் கணக்குப் போட்டுப் பார்க்கின்றார் டிப்ரோக்லி (*DeBroglie*) என்ற பேராசிரியர். போர் (*Bohr*) என்பார் போட்டுப் பார்த்த கணக்குப் போலவே இதுவும் முடிகின்றது. சுற்றிச் சுற்றிப் போனாலும் சுங்கச்சாவடிக்குவந்த கதைதான் இது.

அலைக்குள்ளே ஒரு துளை

இந்த நிலையில் ஷ்ரோடிங்கர் (*Schroedinger*) வருகின்றார். அலை என்று கதையை முடித்த பின்னர் எதிர் மின்னி என வேறே ஒரு சட நிலையைப் பற்றிப் பேசிக் குழப்புவான் ஏன்—என்று கேட்கிறது. அவர் மூளை, எல்லாம் அலைகளே, மின்துகள் எனப் பேசுவது எல்லாம் வீணே. எதிர் மின்னி என்றால் என்ன? கருவைச் சுற்றி

ஒளிர்கின்ற மின்மண்டலமே அல்லாமல் வேறு என்ன உண்டு? அந்த மின் மண்டலம் செறிந்தும், நெகிழ்ந்தும் அலைவதே அலை. இவ்வாறு அலைந்து அதிர்கின்ற திரட்சியே அணு இவ்வாறு எழுகின்ற பலவகையான அதிர்ச்சிகளுக்கு ஏற்ப மின் ஊட்டத்தில் அடர்த்தி நிலையும் இடத்திற்கு இடம் மாறும். இந்த அலைகளின் செறிவாலும் நெகிழ்வாலும் எல்லையற்ற வெட்ட வெளியில் அணு பரந்து போகிறது. இந்த மின் அடர்த்தி அலையை ↓ என்ற கிரேக்க எழுத்தால் எழுதிக் காட்டுகின்ருர். பரந்து போகின்ற அணுவினை எல்லை கட்டிப் பேசுவானேன்? அணுவின் எல்லை என்பதனைவிட ஒரு செயற்பாட்டின் எல்லை என்று கூறலாம். அந்த எல்லைக்கு அப்பாலும் அணுவின் ஏற்பாடு எழலாம். எழுந்தாலும் அதனைப் பொருட்படுத்த வேண்டியதில்லை. கணக்கு ஒன்றும் தவறிப்போகக் காணேம். ஆதலின் எல்லைகட்டிப் பேசினுலும் அது எல்லை யற்றதேயாம். எதிர் மின்னியும் அணுவும் இவ்வாறு ஆற்றல் அலையாகக் கரைந்து போனுல் கரு என்று எதனைப் பேசுவது? இந்த அலையிடையே தோன்றுகின்ற துளேயே அந்தக் கரு என்கின்ருர் அந்தப் பெரியார்.

கஜேந்திர மோட்சம்

அலையா? அணுவா? என்கிற போராட்டம் இவ்வாறு நிகழ்ந்து வருகிறது. டேவிசன் (*Davisson*), ஜெர்மியர் (*Germier*), தாம்சன் (*Thomson*) முதலியோர் பல செய் காட்சிகளைச் செய்கின்றனர். ஒளி அலைபோல விளங்குகிறது என்பது ஹைஜன்ஸ் (*Hoyghens*) நாளில் இருந்து வழங்குகிற கொள்கை. ஒளிமேல் ஒளி பாய்ந்தால் கோலி மேல் கோலி பாய்ந்தாற்போல நிகழ்வதனையும் அறிஞர்

காண்கின்றனர். எதிர் மின்னிகள் ஒளி அலைகள் போல ஒளிவளையங்களை (*Diffraction rings*) புகைப்படத்தில் வீழ்த்துவதைத் தாம்சன் காண்கிறார். அதாவது இங்கே பொருள் அலைபோல் விளங்குகிறது. ஒளி அலையா அணுவா என்ற போராட்டத்தோடு எதிர்மின்னி அலையா அணுத்துகளா என்ற, போராட்டமும் நிகழ்கின்றது. இரண்டு கொள்கைகளும் தத்தம் நிலையிலே உரம்பெற்று வளர்கின்றன. நீரில் கப்பல் ஓடும், தேர் ஓடாது என்று குறள் கூறவில்லையா? நீரில் முதலை வெல்லும். நிலத்தில் யானை வெல்லும் அதுதானே கஜேந்திர மோட்சக்கதை இதனைத் தீர்க்கக் கடவுளே வருதல்வேண்டும்.

நாலுக்கு ஒரு பேச்சா

இதில் ஒன்றும் அருமைப்பாடில்லை. அரியும் அரனும் ஒன்று, அறியாதவன் வாயில் மண்ணு என்பது பழம் பேச்சு, 'அலையும் அணுவும் ஒன்று; அறியாதவன் வாயில் மண்ணு' என்பது புதுப்பேச்சு. "திங்கள் புதன் வெள்ளி யன்று ஒளியை அலை என்று பேசுகிறோம்" செவ்வாய் வியாழன் சனி அன்று அணு என்றுபேசுகிறோம். இவ்வாறு ப்ராக் (*Bragg*) என்ற பேராசிரியர் கேலி பேசுகின்றார். கேலி என்ன; இதுதான் உண்மை, பாற்கடலும், பனிமலையும் கடவுளிருப்பிடம்; ஒன்று தானே. ஆற்றலும் பொருள்மை யும் ஒன்று ஒன்றாக மாறும் என்கின்றார் ஐன்ஸ்டீன். ஆக லின் இந்த இரண்டில் ஒவ்வொன்றும் இந்த இரண்டு தன் மையையும்பெற்ற நரசிங்கமாய் விளங்குவதில் என்ன வியப்பு? மணல் வண்டி மேடு பள்ளத்தில் செல்கின்றது. மணல் மூட்டை இழிகிறது. மணல் தண்ணீர் ஒழுகு

வதுபோலக் கொட்டுகிறது. மேலுங் கீழுமாக அலை போல் அலைந்து வருகிறது. இங்கே மணல் அலையைக் காண்கின்றோம். பாலைவனத்தில் எழும் மணற்காற்றிலும், மணல் அலைகள் உண்டு, ஒரு வகையால் பார்த்தால் இவை அலைகள்தாமே, மற்றொரு வகையால் பார்த்தால் இவை மணல்களே.

---

34. புது மகனை நோக்கி நிற்கும் புது உலகம்

விஞ்ஞான வேட்டை

என்ன என்ன மாறுதல்கள் அணுக்கொள்கையில் வந்துள்ளன! எவ்வளவு விரைவாக ஓடுகின்றது விஞ்ஞான ஆராய்ச்சி! ஏழைமக்கள் இதனை எவ்வாறு எட்டிப் பிடிப்பது? நேற்றுச் சமைத்தது இன்று பழஞ்சோறு ஆகிவிடுகிறது. "விஞ்ஞான ஆசிரியர்கள் பத்து ஆண்டு ஓய்வு எடுத்துக்கொண்டால் பொது மக்கள் அவர்களைப் பின் பற்றிப் பிடிக்க முடியும்" என்று ஒருவர் கூறினாராம். ஆனால், விஞ்ஞானச் சொக்குப் பொடியில் மயங்கியவர்கள் அந்த ஆராய்ச்சியை விடுவது எப்படி? விஞ்ஞான உண்மைகள் நிலையற்றனவாக ஒழிகின்றனவா? நியூட்டனை, ஐஸ்ன்டீன் துரத்தவில்லையா? போரை (*Bohr*) ஷ்ரோடிங்கர் (*Schroedinger*) ஓட்டவில்லையா? வரையறை விதச் சட்டம் (*Law of definite proportions*) காற்றில் பறக்கவில்லையா? பல எடையுள்ள ஈய வகைகள் கண்டு பிடிக்கப்பட்டபோது ஈயம் என்பது ஒரே எடையளவில் தான் கலக்கும் என்று சொல்லுவது எப்படி? ஆதலின், தாலமி (*Ptolemy*)-யைக் கொபர்னிகஸ் (*Copernicus*) துரத்திய கதை போன்றவைதான் எல்லா விஞ்ஞானக் கதைகளுமே. இவ்வாறெல்லாம் பொது மக்கள் ஆராய்ச்சிக் குழப்பத்தால் தலை நோவு எடுத்து அழுகின்றனர்.

பொய் எது?

ஆனால், இயற்கை பொய்யாது. இயற்கைச் சட்டங்கள் என்றால் என்ன? மனிதன் காண்கிறான் ஒரு காட்சி. வெறும் மஞ்சள் நிறம்தான்; பழக்க வழக்கத்திற்கு ஏற்ப அதற்குப் பொருள் செய்து கொள்ளுகின்றான். மாம்பழம் என்கின்றான்; வாயில் நீர் பிறக்க நிற்கின்றான். தான் காண்கின்ற காட்சியைத் தன் முன்னறிவோடு கூட்டி வகைசெய்து உருக்கொடுத்துப் பொருள்செய்து கொள்கின்றான். இதற்கு ஏற்ப அக்காட்சிகளின் பொதுத் தன்மையைப் பொருள் படும் முறையில் விளக்குபவையே இயற்கைச் சட்டங்களாம். அவை நாம் செய்துகொண்ட பொருள்கள் பாட்டிற்குத் தப்பாகப் பொருள் கொண்டபின், பாட்டே தப்பாயிற்று என்று கூறமுடியுமா? நாம் கூறும் பொருளுக்கு ஏற்பப் பாட்டுவரவேண்டும் என்று வற்புறுத்த முடியுமா? நாம் விளக்கும் சட்டத்தின்படியே நடக்குமாறு இயற்கையைக் கட்டாயப்படுத்த முடியுமா? இயற்கைச் சட்டம் தவறும்போதெல்லாம் இயற்கைக்குத் தண்டனை விதிப்பார் யார்? நாம் விளக்கும் சட்டத்தினையே பரந்த நோக்கத்தில் திருத்திக்கொள்ளுதல் வேண்டும். சட்டமும் பொய்யாவதில்லை; திருத்தமுறுகின்றது. மழுங்கியது தெளிவுறுகின்றது. குறுகியது அகல்கின்றது. அனைத்தையும் விழுங்க வாயைத் திறக்கின்றது.

நகைப்பன் சாமி

விஞ்ஞானம் தொடுவானத்தை நோக்கிச் சென்று கொண்டே இருக்கிறது. "இதோ வந்துவிட்டோம். அதோ பார் முடிவிடம்" என்று குழந்தைகளுக்கு வழிகாட்டி அழைத்துக்கொண்டு போவதுபோல முடிந்ததுபோல்காட்டி

முடிவிலாது நீளும் பெரும் பயணத்திற்கு நம்மை அழைத்துச் செல்கின்றது விஞ்ஞானம். அதற்கு முற்றுப்புள்ளி என்பதில்லை. அதுவே இங்குள்ள பெருமை; இன்பம்; சிறப்பு. தொடங்குமிடத்தில் கங்கை சிறு ஓடையாகவே தொடங்குகிறது. பின்னே பல பல ஆறுகளும் தன்னுள் பாயப் பல பல கிளைகளாய்ப் பிரிந்து கடலோடு கடலாய் முடிகின்றது. விஞ்ஞானம் தொடங்குமிடத்துச் சிறிதாகவே தொடங்குகிறது. ஆனால் அங்கே அங்கே பாயும் தண்ணீரை எல்லாம் உள்ளடக்கிக்கொண்டு பெரிதாகி உலகை எல்லாம் உள்ளடக்கி எங்கும் பாய்ந்து வளர்ந்து கொண்டுபோகிறது. பாயில் (*Boyle*) பாரடே (*Faraday*) முதலியோர் கனவிலும் காணாதவற்றை இன்று நம் சிறுவர்கள் அறிந்துள்ளார்கள். அணுக்குண்டு என்று பேசுகிறார்கள். குழந்தைகளும் ஆகாய விமானத்தில் பறந்து செல்கின்றார்கள். பென்சிலின் மிட்டாய் சாப்பிட்டு எமனைக் கண்டு எள்ளி நகையாடுகின்றார்கள். ஆனால் நம் முன்னோரைவிட இந்தப் பள்ளிச் சிறுவர்கள் பெரியோர்களா? இந்தப் பெரியோர்களது தோளின்மேலே எல்லாம் ஏறி நிற்பதாலேயே இந்நாளைய குழந்தை மிக உயரமாகத் தோன்றுகின்றான். இங்கே ஒருவரை ஒருவர் துரத்துவது இல்லை. நியூடன் அரைகுறையாக விட்டதை ஐன்ஸ்டீன் நிறைவாக்குகின்றார்; பூதக்கண்ணாடிகொண்டு பெருக்கிக் காட்டுகின்றார். அவ்வளவேயாம்.

மூலபண்டாரம்

"அணுவோ வலியது. தன்னுள் ஊடுருவிப்பாய எதனையும்விடாது. பிரிக்க முடியாதது. இதுவே முடிவானநிலை என்றாலும் இது கடவுள் அன்று. உயிர் அற்றதேயாம்" இவ்வாறு ஒருகாலத்தில் மக்கள் நம்பினர். இன்றோ உயிர்

அற்ற இதுதான் அளவிலா ஆற்றலின் தேக்கம் என நன்கு அறிவோம். இந்த ஆராய்ச்சியில் எழுந்த அற்புத விசித்திரம் ஒன்று உண்டு. சிறிது முன்வரையில் அணுவை அண்டங்கட்டும் செங்கல்லாக நினைத்து அதற்கேற்ற செங்கல் அடுக்குப்பேச்சே பேசிவந்தோம். அண்டக் கட்டிடத்தைக் கட்ட உதவும் கெட்டிப் பொருள்-குத்துக்கல்போல் எதிரே கிடக்கும் ஜடப்பொருள் - உயிர் அற்ற பொருளின் அடிப்படைத் துகள் - இவ்வாறு எல்லாம் எண்ணி வந்தோம். இப்பொழுதோ! என்ன வியப்பு! இந்தச் செங்கல்லே நவரத்தினப் பேழையாக விளங்குகிறது. நவரத்தினம் மட்டுமேயோ? எத்தகைய பெட்டி இது? கடவுட்டன்மை சான்றது. "மூலபண்டாரம் வழங்குகின்முன் வந்து முந்துமினே" என்று மாணிக்கவாசகர் பாடிய மூலபண்டாரம் வைத்து மூடிய பெட்டி இதுவேயோ? மிகமிக ஆழியதாய் ஓங்கி எழும் ஆற்றல் நிறைந்து ஒளிரும் பெட்டி அன்றோ இது? நிறைந்துள்ளது எத்தகைய ஆற்றல்? நம்முடைய இருப்புக்கே இன்றியமையாது வேண்டப்பெறும் ஆற்றல் இயற்கை அன்னை வள்ளலா? இல்லை, இல்லை; கை அழுத்தம் மிக்கவள். வாரி இறைக்கும் வள்ளல் அல்லள். எனினும் இந்த ஆற்றல் நம்மைச் சுற்றிலும் நினைக்க முடியாத அளவில் பரவிக் கிடக்கிறது. ஆனால், பூட்டப்பட்டு நிற்கின்றது. அந்தப் பூட்டைக் கண்டு திறக்க முடியவில்லை. எனினும் விடோம், நாம் கண்டெடுப்போம்-திறப்போம் என்று இவ்வாறு உறுதி கூறுகின்றார் வெல்ஸ் (*Wells*) என்ற பேரறிஞர். வெட்ட வெளியாய்-வெறுந் துளையாய்ப் பெரு மாயையாய்ப் போனாலும் மாயைக்குள் மாயனையும் கண்டே தீருவோம்.

அணுக்குண்டு நாயனர்

அணுக்குண்டு இந்த உறுதியை நிலைபெறச் செய்கிறது. எதிர்காலத்தில் மின்சார ஆற்றலை விளைவிப்பதற்கு அணுச் சக்தியில் எழும் சூட்டினைப் பயன்படுத்தலாம். நிலக்கரியின் தொந்தரவெல்லாம் அன்று ஒழியும். மோட்டார்கள் என்ற தானூர்திகளை இது கொண்டு ஓட்டமுடியாது. தொடர்நிலை இயக்கம் வேண்டுமானுல் பளுவுள்ள யுரேனிய அடுக்கு வேண்டும். அந்த அடுக்கினை தானூர்தியில் வைப்பது எப்படி! அணுக்குண்டினைச் செய்யும்போது அதற்குத் துணைசெய்யப் பலவகையான புதிய தொழில் முறைகள் தோன்றியுள்ளன. மருந்தாக இந்தச் சக்தி பயன் படுவதை முன்னரே கண்டோம். ஆனுல் இவை எல்லாவற்றையும் விடச் சிறப்பாக எழக்கூடிய நன்மை ஒன்று உண்டு. அது எது? அணுக்குண்டினுல் எழும் பெருங் கேட்டினை எண்ணி எண்ணி மக்களின் அறச்சுரணை வளர்ந்தே தீரும். அதுவே நன்மையில் எல்லாம் சிறந்த நன்மை. மனிதன் தன் கைத்திறம் சிறக்கச் சிறக்க ஒழுக்கநிலை வழுக்கி விழுந்து கீழே இழிந்துகொண்டே போகிருன் என்று கூறுகிருர் ஓர் ஆசிரியர் (*Hooten*). ஆனுல் உலக வரலாற்றில் அவ்வாறுதான் பலமுறை தோன்றியது. அன்றெல்லாம் உலகம் அழியும் என்று கூறியவர்கள் பொய்த்துப் போனுர்கள். நாகரிகம் அழிந்து ஒழிந்ததா? துப்பாக்கியும் வெடிகுண்டையும் விழுங்கி ஏப்பம் இட்டும் ஒழுக்கத்தில் கெடாது காந்தி அடிகள் போன்ருரைப் பெற்று வளர்க்கும் மனிதன் அணுக்குண்டினையும் விழுங்கி ஏப்பமிட்டுப் புத்தர் காட்டிய வழியில்தான் போவான். இன்றைய அணுக்குண்டு யுகத்தில் அவ்வாறு

பின்பற்றிப் போகாமற்போனால் உலகமே அழிந்து போகும் என்பதனை உணரவேண்டிய நெருக்கடியும் ஏற்பட்டு உள்ளது. இதுதான் மறக்கருணை.

கூட்டுறவு உலகம் பிறக்கின்றது

மனிதன் செய்துவந்த ஆராய்ச்சிகளின் வளர்ச்சியினை நோக்குகின்றோம். இந்த உண்மையே அங்குக் கொழுந்து விட்டு ஒளிர்கின்றது. சுழலினி போன்ற கருவிகளைப் பார்க்கின்றோம். தன் வீட்டுக்குள் இருந்தே தன்கைப் பொருள் கொண்டே இவற்றை அமைத்து எவனேனும் ஆராய்ந்து வரமுடியுமா? இவற்றினை அமைக்க உலகில் மனிதன் இதுவரை கற்ற கலைகள் எல்லாம் ஒன்றுபட வேண்டும். தனித்தனி ஆட்களின் ஆராய்ச்சிகள் பத்தொன்பதாவது நூற்றாண்டோடு மறைந்தன. பலரும் ஒருங்கு சேர்ந்தால்மட்டும் இப்பொழுது ஆராய்ச்சி நிகழக்கூடும். அணுக்குண்டு ஆராய்ச்சியில், உலக அறிஞர்கள் எல்லாம் ஒன்று திரளவில்லையா? விஞ்ஞான ஆராய்ச்சி பொது உடைமை ஆகிவிட்டது. ஒரு சில பெரியோர்களின் பெயர்களைக் குறிப்பிட்டு வந்தோம். இன்னும் எத்தனையோ பெரியோர்கள் தம் பெயரும் தோன்றாதபடி தன்னலமற்ற ஆராய்ச்சி செய்துள்ளார்கள். க்யூரி அம்மையார் பெற்ற பரிசினை எல்லாம் விஞ்ஞான ஆராய்ச்சிக்கே வாரி வழங்கவில்லையா? போட்டி உலகம் செத்து ஒழிந்தது. கூட்டுறவு உலகம் விஞ்ஞானிகளின் கருத்திலே பேச்சிலே ஆராய்ச்சியிலே வாழ்க்கையிலே வளர்ந்து ஓங்குகிறது. இது புரட்சிகளில் எல்லாம் பெரிய புரட்சி, அறப் புரட்சி. இது மக்கள் மனத்தை எல்லாம் புரட்டி மாற்றவேண்டும். உலகம் தன்னடைவே மாறும். அணுவின் புராணம் கூறும்

அடிப்படையான உண்மை இதுவேயாம். இதனை மறந்தால் உலகம் சாகும். இதனை உணர்ந்தால் உலகம் வாழும்.

வாழ்க உலகெலாம்.

"அணுவிற் கணுவாய் அப்பாலுக் கப்பாலாய்ச்
கணுமுற்றி நின்ற கரும்புள்ளே காட்டி
வேடமும் நீறும் விளங்க நிறுத்திக்
கூடுமெய்த் தொண்டர் குழாத்துடன் கூட்டி
அஞ்சக்கரத்தின் அரும் பொருள் தன்னை
நெஞ்சக் கருத்தில் நிலை அறிவித்துத்
தத்துவ நிலையைத் தந்து எனை ஆண்ட
வித்தக விநாயக! விரைகழல் சரணே."

